Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN GÖTTINGEN · H. v. FICKER BERLIN · R. GRAMMEL STUTTGART

O. HAHN BERLIN-DAHLEM · M. HARTMANN BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL UTRECHT · M. v. LAUE BERLIN · E. v. d. PAHLEN POTSDAM

F. SAUERBRUCH BERLIN · H. SPEMANN FREIBURG I. BR. · H. STILLE BERLIN · F. v. WETTSTEIN BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 29 (SEITE 465—480) · 16. JULI 1937 · 25. JAHRGANG

INHALT:

Wirkstoffprinzip und Pflanzenwachstum. Von FRITZ KÖGL, Utrecht. (Mit 2 Figuren) 465
Kolloidgele als Nährstoffregulatoren der Gewässer. Von WALDEMAR OHLE, Plön. (Mit 2 Figuren) 471
KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN:
Einfluß der Atmung auf die Permeabilität der Hefezelle für Fluorid. Von JOHN RUNNSTRÖM, ASTRI RUNNSTRÖM und ERIK SPERBER, Stockholm. (Mit 1 Figur) 474
Über reversible Polymerisation als Ursache neuartiger Absorptionsbanden (III). Von G. SCHEIBE, A. MAREIS und H. ECKER, München. (Mit 1 Figur) 474
Zur Theorie des latenten Bildes. Von G. NADJAKOFF, Sofia. (Mit 1 Figur) 475
Die Hemmung der inneren Rotation im Äthan. Von E. BARTHOLOMÉ und J. KARWEIL, Göttingen. (Mit 1 Figur) 476
Untersuchungen an radioaktivem Arsen. Von P. HARTECK, F. KNAUER und W. SCHAEFFER, Hamburg. (Mit 1 Figur) 477
Über das Raman-Spektrum von wasserfreier $HClO_4$. Von A. SIMON und H. REUTHER, Dresden 477
BESPRECHUNGEN:
MC KIE, DOUGLAS, und NIELS H. DE V. HEATHCOTE, The Discovery of Specific and Latent Heats. Mit einem Vorwort von E. N. da C. Andrade. (Ref.: A. Eucken) 477
THOMSON, J. J., Recollections and Reflections. (Ref.: Walther Gerlach) 478
FILZER, P., Pflanzengemeinschaft und Umwelt. Ergebnisse und Probleme der botanischen Standortsforschung. (Ref.: W. Wangerin) . . 478
MITTEILUNGEN AUS DER KERNPHYSIK: Neuerungen am magnetischen Resonanzbeschleuniger (Cyclotron). Versuche zum Nachweis des magnetischen Moments des Neutrons. (Ref.: W. Gentner) 479

Soeben erschien:

Kolloidchemische Grundlagen der Textilveredlung

Von

Dr. **Emmerich Valkó**

Mannheim-Ludwigshafen a. Rh.

Mit 346 Textabbildungen. XI, 701 Seiten. 1937. RM 57.—; gebunden RM 60.—

Inhaltsübersicht:

Konstitution, Molekülmodell und Krystallstruktur der Faserstoffe. — Zur Morphologie und Histologie der Fasern. — Micellartextur der Faserstoffe. — Die Wasseraufnahme der Faserstoffe. — Wolle und Seide als amphotere Elektrolyte. — Das elektrische Grenzflächenpotential der Cellulose. — Die Mercerisierung der Baumwolle. — Die Merkmale der Schädigung von Cellulosefasern. — Chemische Veränderungen der Wolle. — Filzen und Walken der Wolle. — Kolloidchemie der Farbstoffe. — Kolloidchemie der Färbevorgänge. — Das Verhalten der Farbstoffe auf der Faser. — Kolloidchemie der Seifen. — Kolloidchemie der Netz-, Emulgier- und Waschvorgänge. — Kolloidchemie der Stärke und der Gummis. — Namen- und Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen wöchentlich und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung oder jede Postanstalt bezogen werden. Preis vierteljährlich RM 9.60. Hierzu treten bei direkter Zustellung unter Kreuzband die Versandspesen bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelpreis dieses Heftes RM 1.— zuzüglich Porto. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Studierende, ferner Ärzte in nicht vollbezahlter Stellung erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%.

Manuskripte, Bücher usw. an

Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 22/24. erbeten.

Anzeigen werden von der Verlagsbuchhandlung angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe erfragen. Letzter Annahme-Termin: 12 Tage vor Erscheinen der betreffenden Nummer.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22/24
Fernsprecher: 21 81 11.

Hochwertige Forschungs-Mikroskope
preisw., vielbegehrt u. glänzend beurteilt, mit erstkl. Wetzl. Optik d. Fa. Otto Seibert, der Jüngere, Wetzlar, Garantie, 3 Objekt., 4 Okul. (1/12 Oelimm.), Vergr. bis 2500×, große, mod. Stativform, Mikrophototubus, groß., runder, drehbarer Zentriertisch, Beleuchtungsapparat nach Abbe usw., komplett im Schrank **RM 180.—**. Ratenzahlung! Unverbindl. kostenlose Ansicht.
Dr. **Adolf Schröder, Kassel 81,** Optische Instrumente

Für Deutschlands Jugend ist kein Opfer zu groß.
Spendet Freiplätze!
K. 7

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

25. Jahrgang | 16. Juli 1937 | Heft 29

Wirkstoffprinzip und Pflanzenwachstum[1].

Von Fritz Kögl, Utrecht.

1. Enzyme, Hormone, Vitamine und ihre wechselseitigen Beziehungen.

Ohne in jene Überschätzung des Erreichten zu verfallen, wie sie in der Geschichte der Naturwissenschaft noch um die Jahrhundertwende keine Seltenheit war, dürfen wir die letzten 10 Jahre als besonders fruchtbare Periode der biologisch-chemischen Forschung ansprechen. Der große Fortschritt in der Analyse der Lebensvorgänge besteht in der Entdeckung zahlreicher physiologischer Wirkstoffe. Während wir von diesen Funktionären des Zellenstaates gerade den kompliziertesten Typ, die Enzyme, schon geraume Zeit mehr oder weniger gut kennen, sind zwei andere Gruppen, die Hormone und Vitamine, ziemlich lange in der Masse der übrigen Zellbestandteile verborgen geblieben.

Daß sich die Enzyme am ersten bemerkbar machten, ist begreiflich, da sie ihre katalytische Wirkung bei chemischen Reaktionen auch in vitro entfalten. Im Gegensatz hierzu ist bei den anderen „Biokatalysatoren", den Hormonen und Vitaminen, die Wirkung zumeist nur mit biologischen Methoden nachzuweisen, die gewöhnlich erst nach jahrzehntelanger Vorarbeit aufgefunden wurden.

Die Begriffe Enzym, Hormon und Vitamin waren ursprünglich säuberlich auseinanderzuhalten. Inzwischen hat es sich aber wieder einmal gezeigt, daß sich die Natur nicht an unser schulmeisterliches Schema — oder sagen wir an die „Eselsbrücken" — kehrt, die wir uns mit Begriffsbildungen und Definitionen gebaut haben; so gibt es auch hier Überschneidungen. Die Erfahrung hat z. B. gelehrt, daß Wirkstoffe, die wir als Vitamin kennenlernten, von manchen Tierarten selbst hervorgebracht werden, hier also als Hormone anzusprechen sind. Während unter den Vitaminen — entsprechend ihrer Wirksamkeit per os! — keine hochmolekularen Eiweißkörper vorkommen, treffen wir bei den Hormonen neben den niedrigmolekularen Abkömmlingen von Aminosäuren und Sterinen kompliziert gebaute Proteine, die sich möglicherweise später als echte Enzyme entpuppen werden. Solche *Hormone* — denken wir z. B. an das Insulin — wären dann *Enzyme*, deren Bildung im Organismus auf eine bestimmte Drüse lokalisiert ist.

Überraschender sind die wechselseitigen Beziehungen, welche sich in der jüngsten Zeit durch Arbeiten verschiedener Forscher zwischen bestimmten Vitaminen und Enzymen ergeben haben. Bis vor kurzem konnte man annehmen, daß die Enzyme für jeden Organismus eine Domäne der eigenen Synthese seien. Es hat sich aber nunmehr gezeigt, daß zwei Vitamine der B-Gruppe — Lactoflavin und Aneurin — in Form ihrer Ester mit Phosphorsäure bzw. Pyrophosphorsäure die Wirkungsgruppe zweier Enzyme bilden, des gelben Ferments bzw. der Carboxylase. In diesen beiden Fällen — die man natürlich nicht unbegründet verallgemeinern darf — hat die Frage, welche *chemische* Funktion die betreffenden Vitamine ausüben, eine eindrucksvolle Lösung gefunden; bei der großen Mehrzahl der anderen Wirkstoffe sind wir noch weit von diesem Ideal entfernt.

2. Phytohormone.

Wie viele andere biologische Terminologien sind auch die Begriffe Hormon und Vitamin von den Verhältnissen beim Menschen oder anderen höheren Organismen abgeleitet, und es blieb zunächst eine offene Frage, ob ein derartiges Wirkstoffprinzip auch bei niedrigen tierischen Organismen und in der Pflanzenwelt eine Rolle spielte. Heute besteht darüber kein Zweifel mehr, und gerade über Wirkstoffe des Pflanzenreichs haben wir in den letzten Jahren manchen Aufschluß bekommen. Nun ist es ja seit langem bekannt, daß Mensch und Tier die benötigten Vitamine (oder Provitamine) letzten Endes aus dem Pflanzenreich beziehen. Man durfte es aber doch nicht von vornherein als selbstverständlich annehmen, daß diese Vitamine auch bei der Pflanze eine bestimmte physiologische Funktion besitzen, und andererseits war auch mit der Existenz von pflanzlichen Wirkstoffen zu rechnen, die für Mensch und Tier keine Bedeutung hatten. Unter diesen Umständen schien es am zweckmäßigsten, die Bezeichnung pflanzliches Hormon oder Phytohormon einzuführen. Wir verstehen darunter oligodynamische Stoffe organischer Natur, deren sich der pflanzliche Organismus für bestimmte physiologische Effekte selbst bedient. Natürlich waren bei der Übertragung des Hormonbegriffs auf die Pflanze einige Bedenken zu überwinden, und ein wohlmeinender Biologe hat mir seinerzeit prophezeit, daß ich von den Medizinern gehenkt würde, wenn ich den Hormonbegriff von endokriner Drüse und Blutbahn löse. Diese düstere Vorhersage ist glücklicherweise nicht in Erfüllung gegangen, und man hat fast allgemein die Ausdehnung des Hormonbegriffs auf die Gesamtheit der Lebewesen gebilligt. Das ist sicherlich gut so; wir müssen die Begriffe der Entwicklung der Wissenschaft anpassen, sie erweitern, einschränken oder aufgeben, aber nicht ihre Sklaven werden.

[1] Vortrag an der Universität Wien am 24. Mai 1937, auf Einladung des „Komitee zur Veranstaltung von Gastvorträgen ausländischer Gelehrter der exakten Wissenschaften". — Zugleich 25. Mitteilung über pflanzliche Wachstumsstoffe.

Während man beim hochorganisierten tierischen Organismus frühzeitig Wirkstoffe von sehr *spezieller* physiologischer Bedeutung kennenlernte, haben beim Pflanzenreich von vornherein die allgemeinen Erscheinungen des *Wachstums* zur Entdeckung solcher Stoffe geführt. Wenn wir von SACHS' hypothetischen Vorstellungen absehen, geht der erste Hinweis auf die Existenz pflanzlicher Wirkstoffe auf die Jahrhundertwende zurück, fällt also ungefähr zusammen mit der Entdeckung der tierischen Hormone und Vitamine. Das Studium der pflanzlichen Hormone hat aber — vermutlich weil das praktische Interesse weniger vor der Hand lag — nicht gleichen Schritt gehalten, sondern erst in diesem Jahrzehnt eine intensive Bearbeitung gefunden.

3. Die Biosforschung.

Der Beginn der Wuchsstofforschung ist in einer bedeutsamen Arbeit aus dem Jahre 1901 zu erblicken. Im Gegensatz zu der auf PASTEUR zurückgehenden Schulmeinung, nach welcher Hefe für ihr Wachstum nur vergärbaren Zucker, Ammonsalze und ihre Asche benötige, hat E. WILDIERS unter den Auspizien seines Lehrers IDE beobachtet, daß Hefe bei kleinen Impfmengen auf solchen Substraten weder Wachstum noch Gärung zeigt. Diese Lebensvorgänge setzten erst ein, wenn man Würze oder ähnliche Extrakte zufügte: hierin mußte ein kochbeständiger Stoff organischer Natur vorhanden sein, der zunächst provisorisch mit dem Namen „Bios" belegt wurde.

Es hat merkwürdig lange gedauert, bis die Beobachtungen der belgischen Forscher allgemeine Anerkennung fanden. Dies hing damit zusammen, daß durchaus nicht jede Heferasse das gleiche Verhalten zeigt. Es ist erst im Jahre 1929 durch eine Untersuchung von A. M. COPPING bekannt geworden, daß nur die hochgezüchteten Kulturhefen für ihre normale Entwicklung in synthetischen Nährlösungen auf den Zusatz von Bios angewiesen sind. Im Gegensatz hierzu zeigen wilde Heferassen auch in synthetischem Milieu normales Wachstum; wenn wir ein zeitgemäßes Wort gebrauchen wollen, können wir bei den wilden Hefen, die das benötigte Bios selbst aufbauen können, von „Autarkie" sprechen.

Ein anderes wichtiges Ergebnis ist die multiple Natur von Bios, die 1928 durch den Arbeitskreis von LASH MILLER, Toronto, bewiesen wurde, wobei sich einer der Faktoren der Bios-Gruppe als identisch erwies mit dem altbekannten Meso-Inosit. Bald hierauf hat der Arbeitskreis von R. J. WILLIAMS in Oregon die wichtige Beobachtung gemacht, daß Aneurin, das antineuritische Vitamin, bei einer bestimmten Heferasse als Bios fungiert.

4. Biotin.

Im Utrechter Laboratorium ist die Bearbeitung des Bios-Problems im Jahre 1932 in Angriff genommen worden. In Übereinstimmung mit den kanadischen Forschern wurde gefunden, daß einer der Bios-Faktoren durch Adsorption an Tierkohle und Elution mit Aceton-Ammoniak abgetrennt werden kann. Seine Reindarstellung ist nach zweijähriger Arbeit in Gemeinschaft mit B. TÖNNIS gelungen und später mit L. PONS verbessert worden. Wir begreifen heute sehr gut, warum Biotin — so nennen wir den neuen Wuchsstoff — nicht schon viel früher isoliert worden ist. Wollte man 1 g davon aus Bäckerhefe darstellen, so müßte man nicht weniger als 360000 kg aufarbeiten. Eigelb ist 10mal so reich an Biotin, aber die für 1 g Kristallisat benötigten Frischeier würden allein bereits etwa 1 Million Schillinge kosten. Glücklicherweise liefern die in China gackernden Hühner das Material billiger, und überdies besteht die Hoffnung, daß die Konstitutionsaufklärung mit einer beträchtlich kleineren Substanzmenge durchgeführt werden kann. Die Gewinnung des aktiven Kristallisats ist aber nicht nur durch die großen Materialmengen erschwert, von denen man ausgehen muß, sondern überdies ist auch der zur Isolierung erforderliche Weg recht mühsam. Dies ergibt sich schon daraus, daß wir nach 5jähriger Arbeit erst 60 mg dargestellt haben.

Bei unserer Aufarbeitung erhalten wir nicht das freie Biotin selbst, sondern den schön kristallisierenden Methylester. Wir haben seinerzeit nur für die Stickstoffanalyse das kristallisierte Produkt verwenden können, während die Prüfung auf Schwefel und Phosphor mit einem hochaktiven Rohöl ausgeführt wurde. Offensichtlich sind wir damals mit dem Material zu sparsam gewesen; bei der Wiederholung des Versuches mit kristallisiertem Biotinmethylester zeigte sich nämlich, daß unser Wirkstoff auch Schwefel enthält. Es ist sehr bemerkenswert, daß sich nach dem Aneurin nunmehr ein weiterer Bios-Faktor als schwefelhaltiges Amin erwiesen hat. Bei der außerordentlichen Kostbarkeit der neuen Verbindung konnten selbstverständlich erst wenige Analysen ausgeführt werden; sie stimmen auf die Zusammensetzung $C_{11}H_{18}O_3N_2S$, doch kann diese Formel naturgemäß nur mit dem nötigen Vorbehalt gegeben werden. Bei der Verseifung des Esters entsteht eine Säure, die ein Äquivalent Lauge verbraucht. Die verhältnismäßig geringe Basizität des Biotins hatte sich übrigens bereits bei der Isolierung bemerkbar gemacht. Die weiteren Versuche zur Charakterisierung der funktionellen Gruppen sind im Gange, und erfreulicherweise haben wir auch bereits ein kristallisiertes Abbauprodukt darstellen können.

Da Biotin in der Natur überall nur in geringsten Spuren vorkommt, ist es zunächst verwunderlich, daß man seine Gegenwart schon in wenigen Milligrammen organischen Materials nachweisen kann. Dies hängt mit seiner außerordentlich hohen Aktivität zusammen. Sie läßt sich noch in einer Verdünnung von 1 : 40000000000, ja sogar 1 : 400000000000 nachweisen; in der folgenden Tabelle sind zum Vergleich die Verdünnungen angeführt, in denen einige Hormone, darunter die hernach zu besprechenden Auxine, ihre physiologische Wirkung entfalten:

Stoff	Organismus	Verdünnung	Wirkung
Biotin	Hefe (Rasse M)	1 : 400 000 000 000	Zuwachs merklich
Biotin	Hefe (Rasse M)	1 : 40 000 000 000	Zuwachs sehr deutlich
Auxin-a	Hafer (Wurzel)	1 : 10 000 000 000	Hemmung
Auxin-a	Hafer (Koleoptile)	1 : 1 000 000 000	1° Krümmung
Thyroxin	Kaulquappe	1 : 5 000 000 000	beschleunigte Metamorphose
Adrenalin	Frosch (Auge)	1 : 20 000 000	Erweiterung

5. Andere Bios-Faktoren.

Wir müssen nun kurz auf das Verhältnis von Biotin zu den *anderen* Bios-Faktoren eingehen. Während bei unserer Testhefe Biotin für sich allein bereits wirksam ist, fördern Meso-Inosit und Aneurin nur in Gegenwart von Biotin das Wachstum, sie fungieren also bei unserer Hefe als Co-Wuchsstoffe des Biotins. Mit den bisher genannten 3 Komponenten ist die Liste der Bios-Faktoren noch nicht erschöpft. Wir selbst haben die Faktoren des Kohlefiltrats nicht näher analysiert; dagegen liegen nach den Untersuchungen der amerikanischen und kanadischen Forscher in *β-Alanin* und *l-Leucin* (2) weitere Bios-Faktoren vor, die wir aber wohl — wie Meso-Inosit — nicht zu den Biokatalysatoren, sondern eher zu den spezifischen Nährstoffen rechnen müssen, deren Zahl sich vermutlich noch weiter vergrößern wird. LASH MILLER (2) hat kürzlich einen neuen labilen Faktor („Bios V") beschrieben; endlich scheint auch der seit längerer Zeit von R. J. WILLIAMS studierte Bios-Faktor, für den er wegen seines ebenfalls ubiquitären Vorkommens die Bezeichnung Pantothensäure eingeführt hat, von den anderen Komponenten verschieden zu sein. Der Faktor ist zwar — ausgehend von Leberpräparaten — weitgehend angereichert, bisher aber nicht kristallisiert erhalten worden. Nach R. J. WILLIAMS handelt es sich um eine Oxycarbonsäure mit einem Molekulargewicht von etwa 200.

6. Bios bei anderen pflanzlichen Organismen.

Wir haben uns hier bisher nur mit den für die Zellvermehrung der Hefe nötigen Wuchsstoffen beschäftigt. Wie zu erwarten war, werden auch beim Wachstum anderer niedriger Organismen ähnliche Verhältnisse angetroffen. Durch die Untersuchungen von BURGEFF und SCHOPFER ist die Wirkung von Aneurin (Vitamin B_1) auf Phycomyces Blakesleeanus u. a. Mucorineen bekannt geworden. Kürzlich hat N. FRIES in meinem Laboratorium festgestellt, daß auch Polyporus adustus und verwandte Pilze für ihr Wachstum Aneurin benötigen. Besonders interessant sind aber seine Befunde bei Nematospora gossypii, einem Baumwollparasiten, dessen Bios-Bedarf bereits durch ältere Arbeiten (3) bekannt war. Dieser Pilz zeigte in synthetischen Nährlösungen mit den einzelnen Bios-Faktoren den aus Fig. 1 ersichtlichen Mycelzuwachs.

Weder Polyporus adustus noch Nematospora gossypii können in synthetischem Milieu wachsen; impft man dagegen mit beiden Pilzen gemeinsam, so kommen allmählich beide zur Entwicklung. Offenbar liefert Polyporus adustus Biotin, während Nematospora Aneurin abgibt. Eine künstliche Symbiose!

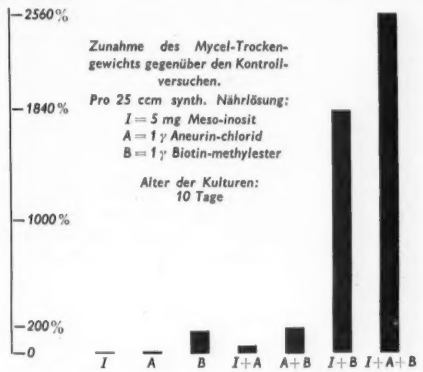


Fig. 1. Nematospora gossypii.

Ein weiteres Gebiet eröffnet sich im Studium der Wachstumsfaktoren von Bakterien, wobei natürlich besonders die Verhältnisse bei Krankheitserregern von großem Interesse sein werden. Bisher liegt hierbei vor allem eine Untersuchung von B. C. J. G. KNIGHT (4) über das aerobe Wachstum von Staphylococcus aureus vor. Nach einer Privatmitteilung benötigt dieser Mikroorganismus für sein Wachstum Aneurin und Nicotinsäureamid, was VAN WAGTENDONK in meinem Laboratorium bestätigen konnte[1].

Spielen nun die Bios-Faktoren auch bei der Zellvermehrung der *höheren Pflanze* eine Rolle? Um diese Frage zu prüfen, hat A. J. HAAGEN SMIT isolierte (d. h. von den Kotyledonen befreite) Embryonen von Erbsen unter sterilen Bedingungen im Reagensglas gezüchtet. Den Nährböden wurden

[1] *Anmerkung bei der Korrektur* (14. VI. 1937): Darüber hinaus haben wir festgestellt, daß die Wirkung von Aneurin und Nicotinsäure (bzw. Nicotinsäureamid) durch Zusatz von kristallisiertem Biotin-methylester stark erhöht wird. Während z. B. die beiden ersten Faktoren bei unserem Test in einer Dosis von je 0,05 γ pro ccm in 48 Stunden eine Wachstumszunahme von höchstens 200% hervorrufen, wird bei gleichzeitigem Zusatz von 0,005 γ Biotin-methylester pro ccm eine Wachstumszunahme von 700% erzielt. Die Kombination von Nicotinsäure mit Biotin-methylester ist ebenfalls wirksam. In Übereinstimmung mit unseren Erfahrungen bei Hefe zeigt sich auch hier, daß die einzelnen Faktoren nicht in einem *bestimmten* Verhältnis zugegen sein müssen, sondern sich bis zu einem gewissen Grade gegenseitig vertreten können.

Spuren von kristallisiertem Biotin-(methylester) zugesetzt; es zeigte sich noch in Verdünnungen von 1 : 125000000 eine deutliche Wachstumsbeschleunigung gegenüber den Kontrollen. Bemerkenswerterweise wird die Biotin-Wirkung auch hier durch Kombination mit dem auch für sich allein bereits aktiven Aneurin erhöht. Die wirksam befundenen Dosen stehen in gutem Einklang mit dem Aneurin- und Biotin-Gehalt der einzelnen Erbse, der 0,5 γ bzw. 0,1 γ beträgt. Nach diesen Versuchen darf man Biotin und Aneurin als Phytohormone der Keimung ansprechen; übrigens wirkt auch das weibliche Sexualhormon Oestron, über dessen Bedeutung für das Pflanzenwachstum viel diskutiert worden ist, bei unseren Versuchen im gleichen Sinne. Aus diesen Befunden ergeben sich interessante Beziehungen zwischen Tier- und Pflanzenphysiologie. Vor rund 40 Jahren hat EYKMAN im Silberhäutchen des Reiskorns das erste Vitamin — eben das Aneurin — entdeckt, dessen Fehlen in der Nahrung Beri-Beri verursacht. Nun sehen wir, daß dieses für den normalen Ablauf der chemischen Vorgänge in den Nerven nötige Vitamin auch für das Reiskorn eine wichtige physiologische Bedeutung hat!

7. Zum Reizbegriff.

In der botanischen Literatur ist in der jüngsten Zeit viel über den Reizbegriff diskutiert worden. Während die eine Richtung davon überzeugt ist, daß die neuen Erkenntnisse über die Rolle der Wuchsstoffe in das bisher „mystische" Gebiet der Reizvorgänge eine Bresche schlagen, erblickt die Gegenseite gerade umgekehrt in den Wuchsstoffwirkungen physiologische Reizerscheinungen, die sich den allgemeinen Erfahrungen der Reizphysiologie einordnen. Meine vor 2 Jahren aufgeworfene Frage, ob es nicht besser sei, bei dem heutigen Stand der Dinge die Unkenntnis der tieferen Zusammenhänge unumwunden zuzugeben, hat manchen Kommentar gefunden. Inzwischen läßt sich das Problem durch die neuen Ergebnisse über die Bedeutung des Aneurins besser als bisher beleuchten. Im Sinne der konservativen Anschauungen ist Aneurin für das Wachstum von niedrigen Organismen wie für die Embryonen der höheren Pflanzen ein physiologischer Reizstoff. Auf Grund von LOHMANNS (5) Arbeit über die Co-Carboxylase können wir aber praktisch mit Sicherheit sagen, worin hier die „Reizung des Protoplasmas" besteht: Aneurin vereinigt sich mit Phosphorsäure und einem spezifischen Protein zu dem Ferment Carboxylase! Wenn die Verhältnisse auch sicherlich nicht immer so liegen werden wie in dem idealen Fall des Aneurins, so erkennt man hieraus doch deutlich, daß das Ziel eine möglichst weitgehende Analyse der chemischen Reaktionen des Reizvorgangs sein muß. Mag man von einem physiologischen Reizstoff sprechen, solange es keine bessere Erklärung gibt; schließlich wird dann diese Bezeichnung ganz von selbst überflüssig werden.

8. Faktor Z.

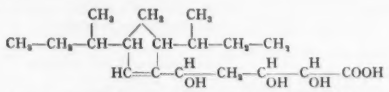
Bei einer Besprechung der Bios-Forschung darf heute *eine* Seite des Problems nicht unerwähnt bleiben, die in der einschlägigen Literatur nicht immer gebührend beachtet worden ist. WILDIERS hat bei seinen Versuchen in erster Linie nicht das Wachstum, sondern die *Gärung* gemessen. Gehen diese beiden Lebensäußerungen der Hefe miteinander parallel? Dies wird jeder Gärungspraktiker verneinen; aber beim Zusatz von bioshaltigen Extrakten erfährt nicht nur das Wachstum, sondern auch die Gärung eine Steigerung. H. VON EULER und Mitarbeiter haben sich in einer auf das Jahr 1924 zurückgehenden Arbeitsreihe mit dieser Beschleunigung der alkoholischen Gärung beschäftigt. Sie machten für diesen Effekt einen besonderen Stoff verantwortlich, den sie von Co-Zymase abgrenzen konnten und *Faktor Z* nannten. Die im Jahre 1934 ausgesprochene Annahme dieser Autoren, daß Faktor Z mit Bios II identisch sei, ist durch unsere Untersuchungen nicht bestätigt worden: Biotin hat keinen Einfluß auf die alkoholische Gärung, andererseits konnte in Gemeinschaft mit C. VAN HULSSEN und H. ERXLEBEN Faktor Z bereits weitgehend angereichert werden, so daß an der Existenz eines besonderen *Wirkstoffs* nicht mehr zu zweifeln ist. Unsere besten Präparate rufen noch in der Verdünnung von 1 : 5000000 eine Gärungszunahme von 50% hervor, während man für denselben Effekt bei dem als Ausgangsmaterial dienenden Hefeextrakt eine Verdünnung von 1 : 500 anwenden muß. Natürlich ergeben sich in diesem Zusammenhang zahlreiche neue Fragestellungen, insbesondere auch über die Beziehungen zwischen Wachstum und Gärung.

9. Die Auxine.

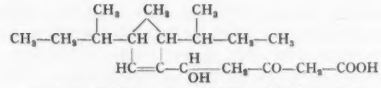
Zum Schlusse wende ich mich nun noch den *Auxinen* zu, jenen Phytohormonen, mit denen wir uns am längsten beschäftigt haben. Von den drei schematischen Wachstumsstufen einer pflanzlichen Zelle — Teilung, Plasmawuchs und Streckung — hat der letztere Vorgang zur Entdeckung der Auxine geführt. Wie bei den Bios-Wuchsstoffen die Hefe, so sind für die Auxine Haferpflänzchen das klassische Versuchsobjekt. Mit der Zellstreckung ist die Funktion der Auxine nicht erschöpft, sie dienen vielmehr in sehr mannigfacher Weise zur Steuerung des pflanzlichen Wachstums: Licht und Schwerkraft dirigieren den Auxintransport zur Schattenflanke bzw. zur Unterseite eines horizontal liegenden Sprosses, wodurch phototropische und geotropische Krümmungen zustande kommen. Ferner regen die Auxine die Bildung der Wurzeln an, rufen sekundäres Dickenwachstum hervor, verhindern *vorzeitiges* Ausschlagen der Seitenknospen u. a. m.

Die Reindarstellung der Auxine ist im Utrechter Laboratorium mit Hilfe des von WENT aufgefundenen Hafertests geglückt, und zwar wurden sie in Gemeinschaft mit A. J. HAAGEN-SMIT,

H. ERXLEBEN und D. KOSTERMANS aus Harn, Maisöl, Malz und Hefe in kristallisierter Form isoliert. Merkwürdigerweise gibt es zwei in chemischer Hinsicht grundverschiedene Typen von Auxinen. Zunächst haben wir die Auxine a und b isoliert, deren Molekülbau trotz ihrer recht schwierigen Zugänglichkeit bereits in allen wesentlichen Zügen aufgeklärt werden konnte; er entspricht den folgenden Formelbildern:

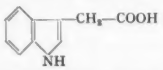


Auxin-a $C_{18}H_{32}O_5$ (aus Harn, Maisöl und Malz isoliert).



Auxin-b $C_{18}H_{30}O_4$ (aus Maisöl und Malz isoliert).
Wirksamkeit 50 000 000 000 AE/g.

Aus der Existenz nahe verwandter inaktiver Isomerer haben wir früher darauf geschlossen, daß die physiologische Aktivität eng an diesen Strukturtyp gebunden ist. Um so überraschender war unsere im Jahre 1933 gemachte Entdeckung, daß auch die altbekannte und synthetisch leicht zugängliche β-Indolylessigsäure

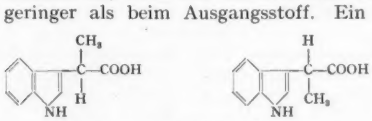


Hetero-auxin (β-Indolylessigsäure) aus Harn und Hefe isoliert.
Wirksamkeit 25 000 000 000 AE/g

beim Hafertest wirksam ist. Bekanntlich entsteht diese Säure durch einen biologischen Abbau aus Tryptophan, zu dem niedrige pflanzliche Organismen wie Hefe, Schimmelpilze und Bakterien befähigt sind. Damals erhob sich die Frage, ob nicht auch das Auxin der höheren Pflanzen mit diesem Indolderivat identisch ist. Durch verschiedene Versuche konnten wir jedoch mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit nachweisen, daß der Wuchsstoff der Gräserspitzen mit Auxin-a übereinstimmt.

10. Wirkstoffe und ihr „Haftbezirk".

Die leichte Zugänglichkeit synthetischer Indolderivate bot Gelegenheit zu Studien über die Konstitutionsspezifität des Heteroauxins. Es zeigte sich, daß zwar eine Anzahl von Derivaten im Hafertest wirksam ist, doch war die Aktivität durchweg geringer als beim Ausgangsstoff. Ein sehr



(+) und (−) α-(β'-Indolyl)-propionsäure.

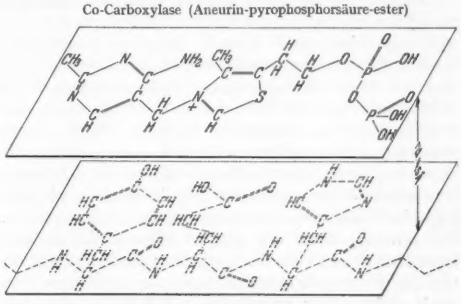
Aktivität der rac. Säure etwa 23 Milliarden AE/g
„ „ (+) „ „ 48 „ „
„ „ (−) „ „ 1,6 „ „

interessanter Fall liegt in der α-(β'-Indolyl)-propionsäure vor, die, im Gegensatz zum Heteroauxin, ein asymmetrisches Kohlenstoffatom besitzt. Würde die Pflanze auf die Antipoden dieses künstlichen Wuchsstoffs verschieden stark reagieren? Dies ist in der Tat der Fall: Die rechtsdrehende Säure ist etwa 30mal so aktiv als die linksdrehende Form!

Hieraus können wir zunächst den Schluß ziehen, daß diese Säuren in der Pflanze mit asymmetrischen Stoffen reagieren, von denen die Antipoden anscheinend verschieden stark adsorbiert werden. Wie bei allen Wirkstoffen ist es die große Frage, mit welchem Zellbestandteil die Reaktion erfolgt. Möglicherweise handelt es sich auch hier um ein spezifisches Protein des Protoplasmas, eine Feststellung, mit der wir uns gewöhnlich zufriedengeben müssen. Man kann aber doch noch einen Schritt weiter tasten. Das methylierte Heteroauxin stellt — wie die meisten unserer Wirkstoffe — ein flaches Molekül dar; die unterschiedliche Wirkung der Antipoden wird begreiflich, wenn sich das Molekül mit seiner größten Fläche parallel zur „asymmetrischen" Oberfläche des Partners orientiert. Nach physikalischen Erfahrungen ist mit einer Näherung auf etwa 4,5 Å zu rechnen, und hiernach ist der Einfluß des sterischen Feinbaus — z. B. Stellung einer Methylgruppe — gut zu verstehen. Zu ganz analogen Vorstellungen ist übrigens M. BERGMANN bei seinen Studien über die Enzymspezifitäten gekommen, wobei umgekehrt das „Substrat" die bekannte und der Wirkstoff die (chemisch) unbekannte Komponente darstellen.

Die Modellbetrachtung läßt aber noch einen weiteren Schluß zu: Die Ursache der Spezifität eines Proteinmoleküls wird in erster Instanz nicht im Gesamtmolekül zu suchen sein, sondern in einem Bezirk, dessen Ausdehnung nicht viel größer ist als die des Wirkstoffmoleküls. In diesem „Haftbezirk" können bei unseren einfachen, flach gebauten Hormonen oder Vitaminen höchstens einige wenige Aminosäurereste enthalten sein, in einem konkreten Fall — etwa der Co-Carboxylase — z. B. ein Tyrosyl-glutaminyl-histidyl-Rest. Diese

Co-Carboxylase (Aneurin-pyrophosphorsäure-ester)



Tyrosyl-glutaminyl-histidyl-Rest
als (willkürliches) Beispiel für einen „Haftbezirk".
Fig. 2.

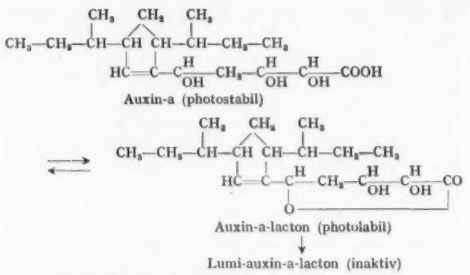
hypothetische Vorstellung versucht also die oft gestellte Frage zu beantworten, wie die selektive Adsorption der Wirkstoffe an ihren Wirkungsstellen zu erklären sein könnte.

11. „Pflanzenpharmakologie".

Zu den überraschendsten Ergebnissen der modernen Hormonforschung gehört nun aber andererseits die *geringe* Strukturspezifität mancher unserer Wirkstoffe. Dies ist besonders bei den oestrogenen Stoffen sehr auffällig, aber auch die Auxine sind dafür ein merkwürdiges Beispiel. Die geringe Spezifität zeigt sich weniger beim Hafertest, aber in ausgeprägter Weise bei der Wurzelbildung. Im Boyce Tompson-Institut hat man eine größere Zahl entfernter Analoga der β-Indolylessigsäure bei Stecklingen geprüft und dabei z. B. auch die von Benzol, Naphthalin, Anthracen, Fluoren und Acenaphthen abgeleiteten Essigsäuren als wirksam befunden. Diese künstlichen Wirkstoffe kann man allenfalls als Wuchsstoffe bezeichnen, aber sicher fallen sie nicht unter unsere Definition der Phytohormone. Während sich L. JOST (7) gegen die Scheidung von „körpereigenen und körperfremden" Stoffen aussprach, scheint es uns mehr denn je angezeigt, die vom Organismus *selbst* verwendeten Wirkstoffe als eine Sonderklasse abzugrenzen. Sicherlich hat auch das Studium der körperfremden Wirkstoffe seine Berechtigung. Vielleicht kann man die neue Forschungsrichtung am besten „Pflanzenpharmakologie" nennen; es ist zwar nicht üblich, z. B. die Bewurzelung von Stecklingen als „Heilung" aufzufassen, aber dem Sinne nach handelt es sich doch um etwas recht Ähnliches. Die Zukunft muß lehren, inwiefern uns die „Pharmaka" auch über den *normalen* Ablauf der Lebensvorgänge Aufschluß geben werden. Die Entscheidung, ob ein Eigenwirkstoff vorliegt, wird sicherlich nicht immer leicht zu treffen sein. Daß sie nicht überflüssig ist, dafür gibt es in der Tierphysiologie bereits genügend Beispiele; denken wir nur an Insulin und Synthalin!

12. Lichtwachstumsreaktion und Phototropismus.

Ist nun die physiologische Wirkung von Auxin-a und β-Indolylessigsäure für die Pflanze in der Tat völlig gleichwertig? Unsere jüngsten Ergebnisse weisen darauf hin, daß dies nicht der Fall ist. Auxin-a steht in Lösung — wahrscheinlich auch in der pflanzlichen Zelle — im Gleichgewicht mit seinem Lacton. Während Auxin-a durch ultraviolettes Licht nicht verändert wird, hat sich Auxin-a-lacton überraschenderweise als lichtempfindlich erwiesen, und zwar geht hierbei die physiologische Wirksamkeit in sehr kurzer Zeit verloren. Es scheint, daß bei dieser Photoinaktivierung Sensibilisatoren eine Rolle spielen; die Konstitution des Reaktionsproduktes (Lumi-auxin-a-lacton) ist noch nicht völlig aufgeklärt, wir können aber bereits aussagen, daß sich im Lactonring tiefgreifende Veränderungen vollziehen.



Das vorläufige Bild dieser Umsetzung läßt eine Reihe von Fragen unbeantwortet; insbesondere ist noch nicht untersucht, wie weit die Inaktivierung durch sichtbares Licht verursacht werden kann. Das weitere Studium dieser ungewöhnlichen Reaktion ist aber nicht nur in chemischer Hinsicht von Interesse, sondern dürfte darüber hinaus auch für die Pflanzenphysiologie von großer Bedeutung sein. OVERBEEK (8) hat bereits vor einigen Jahren festgestellt, daß die Wirkung von Auxin-a im Lichte geringer ist als im Dunkeln. Diese sog. „Lichtwachstumsreaktion" könnte zwanglos durch die (teilweise) Bildung von Lumi-auxin-a-lacton erklärt werden. Nach der auf F. W. WENT zurückgehenden Deutung des positiven Phototropismus kommt das Wachstum zum Licht dadurch zustande, daß Licht den Auxin-Transport zur Schattenflanke lenkt. Unseres Ermessens ist aber sehr mit der Möglichkeit zu rechnen, daß das Auxin-Defizit an der Lichtflanke — wenigstens zum Teil — ebenfalls durch die Bildung von Lumi-auxin-a-lacton zustande kommt. Die zur Prüfung der neuen Hypothese erforderlichen optischen und physiologischen Untersuchungen stehen noch in den ersten Anfängen; man gewinnt jedoch schon heute den Eindruck, daß es eine tiefere Bedeutung hat, wenn die höhere Pflanze nicht die einfach gebaute β-Indolylessigsäure, sondern das kompliziertere Auxin-a-Molekül zur Steuerung ihres Wachstums verwendet.

Auf meinem Schreibtisch habe ich die Versteinerung einer Pflanze, die vor 250 Millionen Jahren zum Licht der Sonne wuchs. Heute versuchen wir, den Mechanismus dieses Wachstums aufzudecken. Was ist der tiefere Sinn dieses menschlichen Bemühens? Die schönste Antwort habe ich bei A. E. HOCHE gefunden: Die Natur hat sich im Geiste, der ihr Kind ist, selbst das Licht angezündet, um ihre Geheimnisse nach und nach zu entschleiern.

Literatur:

Ältere Literatur: Siehe die früheren Mitteilungen von F. KÖGL und Mitarbeitern in Hoppe-Seylers Z. [24. Mitt. ebenda **244**, 266 (1936)]. — 2. Trans. roy. Soc. Canada Sect. III, (3), **30**, 99 (1936). — 3. Biochemic. J. **27**, 1859 (1933). — 4. Inzwischen veröffentlicht Biochemic. J. **31**, 731 (1937). — 5. Naturwiss. **25**, 26 (1937); Angew. Chem. **50**, 221 (1937). — 6. J. of biol. Chem. **115**, 603 (1936). — 7. Z. Bot. **31**, 112 (1937). — 8. Rec. Trav. bot. néerl. **30**, 537 (1933).

Kolloidgele als Nährstoffregulatoren der Gewässer.

Von WALDEMAR OHLE, Plön.

(Aus der Hydrobiologischen Anstalt der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft.)

Die Limnologie verfügt auf Grund der im letzten Jahrzehnt emsig durchgeführten Arbeiten bereits über ein umfangreiches chemisches und physikalisches Untersuchungsmaterial. Es diente im wesentlichen zur Milieucharakterisierung für die biologischen Studien, die auf diese Weise von der einfachen Festlegung des „Phänotypus" zu synthetischen Forschungen übergingen und allmählich der ganzheitlichen Fragestellung der Limnologie gerecht wurden. Neben der rein analytischen Erfassung der Gewässer sind die physiographischen Eigenheiten der Seen und Teiche verschiedentlich auf einheitliche Linien gebracht worden.

Von grundsätzlicher Bedeutung sind nach wie vor die Begriffe Oligo- und Eutrophie, die, nachdem sie von THIENEMANN chemisch und biologisch unterbaut worden waren, ihren Siegeslauf durch die limnologische Wissenschaft der Erde unternahmen. Der überragende Gedanke dabei ist die Vereinigung von rein biologischen Erkenntnissen, die ursprünglich das erste Ziel der Binnengewässerkunde darstellten, mit geologischen und chemischen. Die im engen Anschluß an diese klassischen Arbeiten durchgeführten chemischen und physikalischen Untersuchungen zeigten eindeutig, daß nicht nur der Sauerstoff, der wichtigste Nährstoff der meisten Pflanzen und Tiere, sondern in gleicher Weise fast sämtliche gelösten und suspendierten Substanzen der Gewässer von deren Morphologie und ihrer geologischen Beschaffenheit abhängig sind. Es ergaben sich enge Beziehungen der Nährstoffkonzentrationen zu dem Gleichgewichtsvorgang Oxydation-Reduktion.

Der Sauerstoff gelangt aus der Atmosphäre und durch die CO_2-Assimilationsprozesse in das Wasser. Der Verbrauch des gelösten Sauerstoffs erfolgt bei der Atmung der Flora und Fauna, dann im Hypolimnion, so nahm man anfangs an, in erster Linie beim bakteriellen Abbau der absinkenden Planktonleichen. Ein Gewässer, das reich an Plankton ist, muß dementsprechend in der Tiefe arm an O_2 sein und umgekehrt. Die Anreicherung des Hypolimnions eutropher Seen mit Nährstoffen sollte daher vorwiegend auf jene Mineralisation der abgestorbenen Plankter zurückzuführen sein. Diese Meinung erwies sich sehr bald als unhaltbar; denn derartig gewaltige Mengen Phosphat, Ammonium usw., wie sie während der Stagnationsperioden im Tiefenwasser der Seen ermittelt wurden, konnten niemals dem während derselben Vegetationsperiode abgesunkenen Plankton angehört haben. Vielmehr greifen die bakteriellen Umsetzungsvorgänge des Schlammes beim Erreichen eines gewissen Oxydations-Reduktions-Potentials auf das freie Wasser über. Dort unten lagern in der Gyttja und im Sapropel riesige Nährstoffmassen in organischer Bindung. Anaerobe und dann aerobe Vorgänge besorgen die Mineralisation; schließlich verteilen die Wasserströmungen die in Lösung übergeführten Stoffe bis hinauf zur thermischen Sprungschicht. *Je größer das Verhältnis der Kontaktfläche Schlamm-Wasser zur ganzen Wassermasse selbst ist, desto kleiner ist das Potential Oxydation-Reduktion.* Der gelöste Sauerstoff verschwindet schließlich gänzlich. Statt dessen nimmt die Kohlensäurekonzentration zu und führt die Karbonate des Schlammes als Hydrokarbonate in das Wasser über. Die Lösung der Schwermetalle erfolgt ebenfalls als Hydrokarbonate, weil die O_2-Spannung des Wassers zu gering ist, als daß die Ausfällung von Ferri- und Manganihydroxyd eingeleitet werden würde. Die Verteilung der übrigen Nährstoffe steht zu diesen Vorgängen in enger Beziehung. Auf die Verkettung des Phosphathaushaltes mit dem des Eisens haben EINSELE (1936) und STANGENBERG (1936) kürzlich hingewiesen. Eine ganze Reihe weiterer Kolloidgele anorganischer und organischer Natur sind jedoch als Nährstoffregulatoren der Gewässer bedeutsam. Die kolloidalen Prozesse spielen in allen Teichen und Seen, wenn auch graduell verschieden, eine Rolle. Sie treten naturgemäß im Hypolimnion polytropher Seen besonders in Erscheinung, weil sich die Produkte der verschiedenartigen Umsetzungen hier in dem durch die Sprungschicht mehr oder weniger von der Atmosphäre abgeschlossenen Raum ansammeln und erst im Herbst bei der Zirkulation über das gesamte Seebecken verteilt werden, wobei sie mit dem atmosphärischen Sauerstoff zusammentreffen und dementsprechende Umwandlungen erleiden. Neben dem Eisen nimmt das Mangan eine wichtige Stellung dabei ein. Auch das Aluminium, das ja sehr zur Hydrolyse neigt, ist als Gel für den Stoffwechsel bedeutsam. Die Kieselsäure übt im Schlamm und im Wasser, ebenso wie es von Ackerböden bekannt ist, adsorptive Wirkungen aus. Nicht zuletzt sind es die organischen Kolloide des Wassers und der Sedimente, die den Ionenhaushalt der Gewässer bestimmen (OHLE, 1935b). *Alle diese Kolloide werden in um so höherer Konzentration in das Wasser übergeführt, je größer die Berührungsfläche Schlamm-Wasser und je kleiner das Oxydations-Reduktions-Potential ist.* Daher sind vor allem die Teiche reich an Kolloiden, wenn auch die windbewirkten Strömungen häufige Wasserumschichtungen hervorrufen. Das Hypolimnion eutropher Seen unterscheidet sich in gleicher Hinsicht in seinem Kolloidgehalt vom Epilimnion.

Betrachten wir zunächst den Einfluß der Schwermetallverbindungen, soweit sie für unsere Gewässer bedeutsam sind, auf den Phosphatkreislauf, während die einheitliche Bearbeitung der gesamten Kolloidfragen demnächst ausführlich an anderer Stelle dargestellt werden soll. Die angewandte Methodik möge kurz angedeutet sein: Eine

bestimmte Menge Ferrihydroxyd wurde im Filtrationsapparat, dem „Neuen Stefi" (OHLE, 1936), auf ein grobes Cellafilter gebracht, gewaschen und mit einer Phosphatlösung von bekannter Konzentration überschichtet. Die Einwirkungsdauer konnte mit Hilfe eines im Abflußrohr des Apparates befindlichen Glashahnes verändert werden. Auch war es ohne Schwierigkeit möglich, den Niederschlag mit den ausgewählten chemischen Agenzien zu behandeln, ohne daß dabei Phosphat verlorengehen konnte. In jeden 10 ccm des Filtrates wurde der PO_4- und der Fe-Gehalt quantitativ bestimmt (vgl. Fig. 1.)

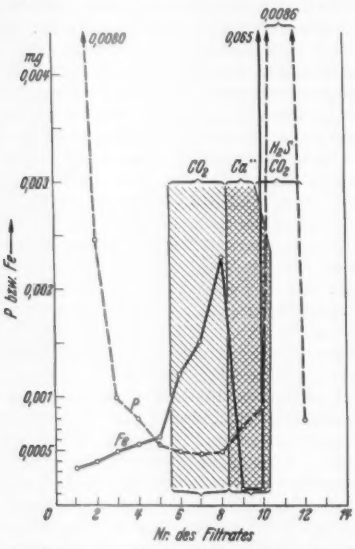


Fig. 1. Beziehungen zwischen Eisenhydroxyd und Alkaliphosphat. [Ordinate: mg P (PO_4) und mg Fe/10 ccm Filtrat. Abszisse: Reihenfolge der Filtrate, Nr. 1—12.]

In den ersten Filtraten war noch verhältnismäßig viel Phosphat vorhanden, das nicht vom Eisenhydroxyd festgehalten wurde. Beim 5. Filtrat war aber das locker in den Hohlräumen des Gels liegende Phosphat ausgewaschen, so daß nur noch wenig abgegeben wurde. Die Kurve (in der Zeichnung gestrichelt) biegt daher um und verläuft nahezu parallel zur Abszisse. Eisen ging zu gleicher Zeit nur sehr wenig in Lösung. Wurde dann aber Kohlendioxyd in die auf dem Filter stehende, mit Aqua dest. hergestellte Suspension eingeleitet (gestricheltes Feld der Zeichnung), so wurde die Löslichkeit des Eisens erheblich erhöht. Sie stieg an von 0,06 lmg Fe auf 0,23 lmg Fe. Die Phosphatlöslichkeit aber blieb davon unbeeinflußt.

Dieser Befund ist wichtig, weil er Einblick gewährt in die Art der Festlegung der Phosphationen durch das Eisenhydroxydgel. Hätte es sich ausschließlich um Eisenphosphat gehandelt, so wäre mit dem Eisen auch der Säurerest in Lösung gegangen. Tatsächlich aber lag das Anion fein verteilt in den engen Poren des Gels und wurde hier adsorptiv festgehalten. Das CO_2 brachte einen Teil des Kolloids in Lösung, weil das p_H der Aqua dest. bis auf 4,0 gesenkt wurde. Das PO_4 aber lag unterdessen unangetastet und wurde von dem Eisenhydroxyd geschützt. *Die Sesquioxyde sind Ampholyte und sind als solche in sauerer Lösung elektropositiv, in alkalischer elektronegativ geladen. Daher werden die PO_4-Ionen im kohlensauren Medium sehr fest gehalten.* Es ist schwer zu unterscheiden, wann die Adsorption aufhört und die eigentliche chemische Bindung beginnt. Handelt es sich also um chemische Affinität oder um Adsorptionskräfte? — Bei diesen Vorgängen haben wir es ohne Frage mit Übergangsstufen von einem zum anderen Begriff zu tun. In alkalischer Lösung aber tritt der Kolloidcharakter im Verhalten des Eisenhydroxyds zum Phosphat deutlich hervor (gekreuztes Feld der Zeichnung). Nach der Behandlung des Gels mit einer $Ca(HCO_3)_2$-Lösung und damit erreichter Erhöhung des p_H s auf 9,0, fiel die Löslichkeit des Eisens bis auf 0,01 lmg Fe sofort ab; das Phosphat aber wurde mit 0,09 lmg P mehr als doppelt so stark als vorher gelöst. Rein chemisch betrachtet, wäre kein Grund einzusehen für dieses Verhalten. Berücksichtigt man aber den im alkalischen Medium ausgebildeten elektronegativen Charakter des Kolloids, so wird es ohne weiteres klar, daß *die Adsorption der (negativ geladenen) PO_4-Anionen erheblich zurückgedrängt sein mußte.* Bei einer anderen Versuchsreihe, die später in der angekündigten Veröffentlichung verwertet werden soll, treten die Ampholyteigenschaften des Eisenhydroxyds gegenüber dem Phosphat noch deutlicher hervor. *Während in alkalischer Lösung bereits* **100%** *der zugegebenen PO_4-Ionen in den Filtraten wiedergefunden waren, gab das Kolloid im sauren Milieu nur* **35%** *des Nährstoffs ab.* Daraus geht die durchschlagende Bedeutung des Kalkgehaltes für den Ionenstandard der Gewässer hervor. Es ist hiermit bewiesen, wie wichtig die Behandlung des Schlammes mit Kalkmergel bzw. Ätzkalk für die teichwirtschaftliche Praxis ist (OHLE, 1935a). So sind auch die kalkarmen Gewässer von den kalkreichen produktionsbiologisch klar zu unterscheiden.

Dieses an Hand des Versuches erläuterte Verhalten von Eisen und Phosphor gilt durchweg für alle mit der Atmosphäre in Kontakt stehenden Wassermassen, wenn auch hier niemals die hohen, im Experiment benutzten CO_2-Spannungen auftreten. Im Hypolimnion der Seen und in der Kontaktzone Schlamm-Wasser aller nahrungsreichen Gewässer tritt dann die Umwandlung des dreiwertigen Eisens in die zweiwertige Verbindung hinzu. Der durch bakteriellen Abbau der Proteine und durch Sulfatreduktion entstehende Schwefelwasserstoff verwandelt das Eisenhydroxyd unter Reduktion in Eisensulfid, das bedeutend leichter im Wasser löslich ist als das Hydroxyd. Das bei den anaeroben Prozessen der Sedimente in großer Menge produzierte Kohlendioxyd führt das Sulfid

größtenteils in Ferrobikarbonat über, dessen Löslichkeit noch erheblich größer ist. Im vorliegenden Versuch treten diese Vorgänge bei den Filtraten Nr. 11 und 12 (Fig. 1) deutlich hervor. Infolge der Einwirkung von H_2S und CO_2 gingen unmittelbar riesige Fe- und PO_4-Mengen in Lösung entsprechend 6,5 lmg Fe und 0,86 lmg P. Wurde das H_2S-Wasser dann durch reine Aqua dest. ersetzt, so fiel die PO_4-Konzentration sofort wieder auf 0,08 lmg P ab. Durch Luftoxydation war wieder eine kleine Menge Eisenhydroxyd gebildet, und sogleich wurde das Phosphat adsorbiert.

In der Kurve (Fig. 1) werden somit alle in unseren Gewässern möglichen Beziehungen zwischen Eisen und Phosphat dargestellt. Komplizierter werden die Vorgänge in *kalkarmen Braunwasserseen*, d. h. jenen Gewässern, die reich an humosen Substanzen sind; denn Eisenverbindungen werden von dem elektronegativ geladenen Wasserhumus stark adsorbiert, so daß die *Phosphate sekundär in kolloidale Verkettung mit den Eisenverbindungen und den organischen Stoffen* treten. In kalkreichen Braunwasserseen werden noch größere Mengen Eisen, Phosphat und andere, hier unberücksichtigt gelassene Nährstoffe in Lösung gebracht, weil die Humussubstanzen durch die OH-Ionen des kalkreichen Wassers peptisiert werden.

Es wäre verfehlt anzunehmen, der Phosphathaushalt aller eutrophen Gewässer wäre allein oder im wesentlichen von dem Eisenstandard abhängig. Den besten Gegenbeweis bietet der Große Plöner See als Beispiel für die Gewässer der ostholsteinischen Seenplatte. Hier wird zur Zeit der sommerlichen Stagnationsperiode im Tiefenwasser erstaunlich wenig Eisen gespeichert, jedoch sehr viel Mangan. Die höchsten Eisenkonzentrationen des im Spätsommer aus den Tiefs entnommenen Wassers bewegen sich um 0,05 lmg Fe, während 100fach so große Mn-Werte ermittelt wurden. Im Nordtief war der Mangangehalt des Wassers mit zunehmender Tiefe von 0,005 bis 8,05 lmg Mn geschichtet, die $P(PO_4)$-Konzentration von 0,026 bis 0,135 lmg. Der Eisengehalt staffelte sich dagegen nur von 0,030 bis 0,039 lmg Fe. *Der Große Plöner See zeigt eine enge Relation zwischen PO_4- und Mn-Konzentrationen auf* (Fig. 2). Die in die Zeichnung eingetragenen Werte stammen von hypolimnischen Wasserproben, die in den verschiedenen Seeteilen geschöpft worden sind.

In alkalisch reagierenden Wässern sollte man dieses Verhältnis von Eisen zu Phosphat auch erwarten, denn Ferriionen fallen bereits im p_H-Bereich 3—5 aus. Manganiionen aber beginnen erst beim $p_H = 8{,}0$ als Hydroxyd abzusinken. Das p_H der Plöner Seen bewegt sich im allgemeinen in den Grenzen 7,0—7,5, so daß sich Manganobikarbonat in den Tiefenwässern bei geringer Sauerstoffspannung sehr gut in Lösung halten kann. Wenn dann im Herbst infolge der Abkühlung der Wassermassen und der damit erreichten Überwindung ihrer Stabilität, die sie den Turbulenzströmen während des Sommers auf Grund des starken Temperaturabfalls im Metalimnion entgegensetzen, die Thermokline herabgedrückt wird, gelangt das vom Schlamm bis in die mittleren Wasserzonen beförderte Mangan in Berührung mit größeren Sauerstoffmengen und wird oxydiert. Organische Substanzen, die aus dem Epilimnion abgesunken sind, und Manganihydroxyd färben dann zur Zeit der einsetzenden Vollzirkulation des Gewässers die unter der Sprungschicht liegenden Zonen dunkelbraun (vgl. OHLE, 1934). Schließlich werden diese organischen und anorganischen Kolloidgele wieder den Sedimenten einverleibt und reißen den größten Teil der Phosphate und der meisten anderen Nährstoffe mit sich.

Da das Grundwasser Ostholsteins fast gleichmäßig bedeutend mehr Eisen als Mangan enthält und auch der Schlamm der Gewässer die gleiche Eigenschaft besitzt, können irgendwelche petrographischen und regionalen Ursachen zur Erklärung der in den Plöner Seen aufgefundenen Beziehungen zwischen den Manganverbindungen und den Phosphaten nicht ins Feld geführt werden. Aus den in Norddeutschland und in Mittelschweden gewonnenen Untersuchungsergebnissen müssen wir vielmehr schließen, daß eine engere Verkettung des Eisenstandards mit dem Phosphatstandard erst bei einem gewissen Reichtum des Wassers an organischen Kolloiden einsetzt, die eine frühzeitige Ausfällung des Eisenhydroxyds auf adsorptivem Wege verhindern (OHLE, 1935b).

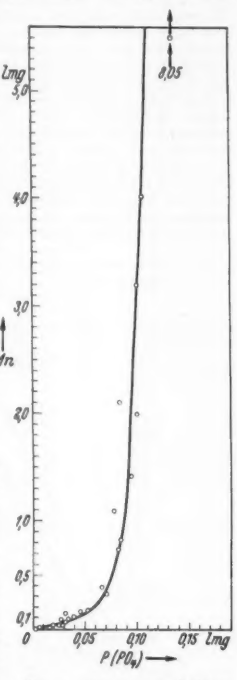


Fig. 2 .Mangan und Phosphat im Hypolimnion des Großen Plöner Sees. [Ordinate: lmg Mn; Abszisse: lmg P (PO_4).]

Die regionalen Fragen, die somit auftauchen, können nur dann einer Lösung entgegengeführt werden, wenn alle Arbeiten, die sich diesen Problemen widmen, neben den Phosphat- und Eisenkonzentrationen auch die des Mangans angeben, was bisher nicht geschehen ist.

Literatur:

W. EINSELE, Über die Beziehungen des Eisenkreislaufs zum Phosphatkreislauf im eutrophen See. Arch. f. Hydrobiol. **29**, 664/686 (1936). — W. OHLE, Chemische und physikalische Untersuchungen norddeutscher Seen. Arch. f. Hydrobiol. **26**, 386/464 u. 584/658 (1934) —

Chemische und physikalische Charakteristik einiger Teiche des Militsch-Trachenberger Grenzkreises. Z. Fischerei 33, 575/613 (1935a) — Organische Kolloide in ihrer Wirkung auf den Stoffhaushalt der Gewässer. Naturwiss. 23, H. 26/28, 480/484 (1935b) — Zur Vervollkommnung der hydrochemischen Analyse I. Angew. Chem. 49, Nr 12, 206/208 (1936). — M. Stangenberg, Eisenverteilung in den Seen des Suwałki-Gebietes während des Sommers. Arch. Hydrob. i Rybactwa. 10, Nr 1—2, 48/75 (1936).

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Einfluß der Atmung auf die Permeabilität der Hefezelle für Fluorid.

Die Atmung und Gärung der lebenden Zellen von Bäckerhefe wurden im Warburg-Apparat gemessen. Konische Atmungströge mit zwei Anhängen wurden dabei benutzt. Der Hauptraum wird mit 50 mg frischer Hefe in Bernsteinsäurepuffer vom p_H 5 beschickt. Bei Atmungsversuchen enthält der Einsatz KOH. Der eine Anhang des Atmungstroges enthält 0,3 ccm 3,34 % Glukose, der andere 0,4 ccm 0,15 m NaF. Das Volumen der Suspension ist nach dem Einkippen 2,4 ccm. Die beiden Anhänge werden gleichzeitig eingekippt, oder der Anhang mit Fluorid wird bei der Zeit 0, derjenige mit Glukose nach gewissen Zeitintervallen, z. B. 5, 10, 30, 60 Minuten, eingekippt. Vor dem Einkippen der Glukose herrscht die verhältnismäßig niedrige Eigenatmung der Hefe. Nach dem Einkippen der Glukose steigt die Atmung unmittelbar stark an. Die graphische Darstellung des Sauerstoffverbrauches als Funktion der Zeit gibt nahezu gerade

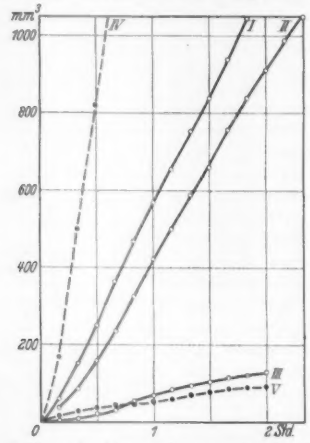


Fig. 1. I Normale Atmungskurve unter den im Text erwähnten Verhältnissen. II Die Suspension ist während 50 Minuten aerob mit Fluorid vorbehandelt, und dann ist die Glukose eingekippt worden. III Die Suspension ist während 10 Minuten mit Fluorid unter anaeroben Verhältnissen vorbehandelt worden. Nach einer darauf folgenden Vorperiode von 10 Minuten in Luft ist die Glukose gekippt worden. IV zeigt eine Gärungskurve für normale Zellen in Stickstoff. V zeigt die Gärung, wenn Fluorid gleichzeitig mit der Glukose in die Zellsuspension eingekippt wird. Gärung (CO_2-Bildung) gestrichelt, Atmung (O_2-Verbrauch) ausgezogen. Kombiniert aus zwei Versuchen mit Material von identischem Verhalten.

Linien, d. h. der Sauerstoffverbrauch ist nach Zusatz von Glukose konstant. Man findet aber, daß diese konstante Geschwindigkeit niedriger ist, wenn die Glukose erst 50 bis 60 Minuten später als das Fluorid eingekippt worden ist, vgl. Fig. 1, I und II. Das Fluorid dringt offenbar, obgleich langsam, in die Zellen ein, die nur zelleigene Stoffe verbrennen. Sowie die Atmung nach Glukosezusatz ansteigt, dringt kein Fluorid mehr ein. Sogar nach 20 Stunden wird keine Herabsetzung der Atmung unter der Wirkung des Fluorids beobachtet, wenn nur dafür gesorgt wird, daß die verbrauchte Glukose ersetzt wird.

Ganz anders verhält sich die Zelloberfläche unter *anaeroben Verhältnissen*. Ohne Fluorid zeigen die Zellen jetzt eine starke Gärung von zugesetzter Glukose. Die Anzahl der pro Zeiteinheit umgesetzten Glukosemoleküle ist 6—9mal so groß als bei der Atmung in Luft. Sogar wenn Fluorid und Glukose gleichzeitig eingekippt werden, tritt unmittelbar eine starke Hemmung der Gärung ein (vgl. Fig. 1, IV und V). Es ist nicht etwa so, daß der Gärungsvorgang für Fluorid empfindlicher ist als der Atmungsvorgang. Wenn das Fluorid überhaupt in die Zelle eindringt, so erfolgt auch eine Hemmung der Atmung, die ebenso stark wie die Gärungshemmung ist. Die Zellen wurden unter anaeroben Verhältnissen mit Fluorid behandelt. Dann wurde die Suspension gelüftet, Glukose eingekippt und die Atmung gemessen. Während der anaeroben Vorperiode ist das Fluorid in die Zelle eingedrungen, und die Atmung ist nun sehr stark gehemmt (vgl. Fig. 1, I und III). Parallel lief ein Versuch, in dem die Zellen ebensolange, etwa 20 Minuten, mit Fluorid unter aeroben Verhältnissen vorbehandelt wurden. Hier war die Veratmung der Glukose kaum gehemmt. Die in Fig. 1 nicht eingezeichnete Kurve fällt fast mit I zusammen.

Eine Suspension aus Zellen von Bäckerhefe in destilliertem Wasser wurde bereitet und diese über Nacht gelüftet. Am folgenden Tag ist keine meßbare „Eigenatmung" vorhanden. Die Zellen sind nun für Fluorid stark permeabel. Eine Vorbehandlung der Zellen mit Fluorid während 5 bis 10 Minuten genügt schon, um eine beinahe vollständige Hemmung der Veratmung eingekippter Glukose zu erzielen. Die Permeabilität ist allerdings nicht so hoch wie unter anaeroben Bedingungen. Zusatz von Glukose zu der Suspension während der Lüftung bewirkt, daß die Eigenatmung und damit auch der Zustand niedriger Permeabilität erhalten bleibt.

Es besteht nach obigem *ein Zusammenhang zwischen der Permeabilität der Zelle für Fluorid und der Atmung der Zelle. In atmenden Zellen ist die Zelloberfläche so beschaffen, daß Fluorid nicht oder sehr langsam eindringt. Ist die Atmung durch Auswaschen und Lüften oder durch anaerobe Verhältnisse unterdrückt, so dringt das Fluorid rasch ein.*

Bei Bierhefe, die aerob eine starke Gärung, aber eine geringe Atmung zeigt, dringt das Fluorid unter aeroben Verhältnissen viel schneller in die Zelle hinein als bei der Bäckerhefe. *Die Gärung vermag nicht oder vermag nur in viel geringerem Grad den Zustand der Impermeabilität für Fluorid aufrechtzuerhalten.*

Stockholm, Abteilung für experimentelle Zoologie des Zoot. Instituts, den 10. Juni 1937.

John Runnström. Astri Runnström. Erik Sperber.

Über reversible Polymerisation als Ursache neuartiger Absorptionsbanden (III)[1].

Die in zwei früher erschienenen Arbeiten beschriebenen Erscheinungen an den Absorptionsspektren von Farbstoffen[1] konnten nun am Pinacyanol und ψ-Isocyanin genauer untersucht und unsere bereits geäußerten Erklärungen weiter gestützt werden. Die quantitative Durchmessung des Absorptionsspektrums des Pinacyanolchlorids bei verschiedenen Konzentrationen und Temperaturen ergab, daß das Band bei 16680 cm^{-1} der monomolekularen, dissoziierten Form des Farbstoffs zukommt. Bei Konzentrationen größer als 10^{-6} molar erniedrigt es sich, und es verstärkt sich ein 2. Band bei 18250 cm^{-1}, das einem bimolekularen Farbstoffion angehört. Steigt die Konzentration über 10^{-5} molar, so tritt immer deutlicher ein 3. Band bei 19600 cm^{-1} hervor, das von einer höher molekularen Form herrührt, die mindestens 10 Farbstoffmoleküle im Polymerisat enthält. Bei einer Konzentration von $2 \cdot 10^{-3}$ molar sind die beiden

[1] I. Z. angew. Chem. 50, 212 (1937). Vortrag München. Chem. Ges. 19. XI. 1936. — II. Naturwiss. 25, 75 (1937).

ersten Banden fast verschwunden, der ganze Farbstoff liegt in der hochpolymeren Form vor.

Daß es sich hier um Gleichgewichte handelt, folgt aus der Reproduzierbarkeit der Extinktion bei Veränderung der Konzentration und der Temperatur und aus dem Vorliegen von deutlichen Schnittpunkten der Absorptionskurven in bestimmten Konzentrationsgebieten. Die Viskosität ist auch bei den höheren Konzentrationen nicht merklich erhöht, was auf das Vorliegen kugelförmiger Teilchen deutet. Die Molarleitfähigkeit ändert sich in dem Konzentrationsbereich $9 - 1 \cdot 10^{-4}$ molar nicht, woraus folgt, daß es sich um Polymerisation der gleichnamig geladenen Farbstoffionen handelt, wie das von KORTÜM[1] an anderen Farbstoffen wahrscheinlich gemacht wurde.

Die Verteilung des Farbstoffs zwischen Amylalkohol-Benzolgemisch im Verhältnis 2:3 einerseits und Wasser andererseits ergibt im Konzentrationsgebiet der alkoholischen Lösung von $1{,}4 \cdot 10^{-6}$ bis $5{,}3 \cdot 10^{-6}$ den Exponenten 2, während von $8{,}0 \cdot 10^{-6}$ bis $50 \cdot 10^{-6}$ der Exponent auf 1 geht. Bei den höher konzentrierten Lösungen liegt also in Alkohol-Benzol und Wasser das gleiche *mittlere* Molekulargewicht vor. Da im Alkohol-Benzol keine erhebliche Änderung des Absorptionsspektrums von $c = 6{,}8 \cdot 10^{-7}$ bis $8{,}7 \cdot 10^{-5}$ auftritt, im Gegensatz zu Wasser, zeigt sich, daß es *optisch wirksame und unwirksame Polymerisationen* gibt. Im Wasser werden die Bindekräfte der Polymerisation wahrscheinlich von den gleichen Elektronen der Kohlenwasserstoffreste besorgt, die auch die Absorptionsbanden verursachen, wodurch deren starke Veränderung erklärt wird. Im Alkohol dürfte es sich um Schwarmbildung durch die elektrostatischen Ladungen[2] handeln.

Beim ψ-Isocyaninchlorid, das lediglich in der konjugierten Kette zwischen den beiden Chinolinkernen eine Vinylengruppe weniger besitzt, sind zunächst die Erscheinungen die gleichen. Das Band der monomolekularen Form bei 19130 cm^{-1} sinkt bei Konzentrationen über 10^{-4} ab, während das der bimolekularen Form bei 20750 cm^{-1} bis $5 \cdot 10^{-3}$ steigt. Hier beginnt sehr plötzlich das Band einer ebenfalls viel höhermolekularen Form bei 17460 cm^{-1} schnell mit höherer Konzentration zu wachsen. Im Gegensatz zum Pinacyanol liegt hier das Band der hochpolymeren Form langwelliger. Der neue Elektronenübergang liegt so geschützt, daß das Band ungewöhnlich schmal ist und Fluoreszenz fast bei der gleichen Wellenlänge zeigt. Ferner haben diese neuen Makromoleküle die Eigenschaft, große Mengen des Lösungsmittels zu immobilisieren, so daß die Viskosität bis zur Gelatinierung steigen kann.

Ersetzt man in ψ-Isocyanin *einen* Chinolinkern durch den Benzthiazolkern oder den Benzselenazolkern, so entstehen Farbstoffe, die bei höherer Konzentration ebenfalls ein neues, etwas breiteres Band und Gelatinierung zeigen. Mischt man ψ-Isocyanin mit einem dieser beiden Farbstoffe, so tritt nicht geometrische Überlagerung der beiden Banden ein, sondern ein neues, das, je nach dem Mischungsverhältnis in *Lage* und *Breite*, zwischen dem der beiden einzelnen Farbstoffe liegt, wie die beigegebenen Kurven zeigen. *Hieraus folgt, daß die an der Absorption beteiligten Elektronen zu einer neuen Einheit verschmelzen.* Die *kontinuierliche* Veränderung von Lage und Halbwertsbreite kann nur dadurch erklärt werden, *daß eine große Anzahl von Farbstoffmolekülen am Aufbau des absorbierenden Systems beteiligt ist.*

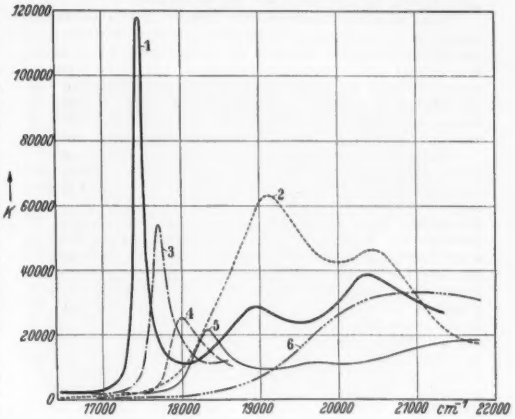
Weiterhin scheint an der Entstehung des neuen Bandes Wasser beteiligt zu sein. Trocknet man den Farbstoff aus absolut alkoholischer Lösung zu einem dünnen Film unter Wasserausschluß ein, so erscheinen nur die breiten Banden des ψ-Isocyanins spektral etwas verschoben. Bei Zutritt von Wasserdampf tritt das neue Band auf. Umgekehrt kann das neue schmale Band, das beim Eintrocknen einer wässerigen Lösung deutlich, wenn auch verbreitert sichtbar bleibt, durch Entwässern im Hochvakuum fast zum Verschwinden gebracht werden. Bei Zutritt von Wasserdampf erscheint es wieder. Der Vorgang kann beliebig wiederholt werden. Auch die Analyse des Farbstoffs zeigt, daß Lösungsmittelmoleküle sehr festgehalten werden[3].

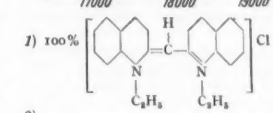
[1] KORTÜM, Z. physik. Chem. **34**, 255 (1936).

[2] Z. angew. Chem. **50**, 217 (1937).

[3] Über diese Erscheinungen wird an anderer Stelle ausführlich berichtet.

Bei den in der wässerigen Lösung beobachteten polymeren Zuständen handelt es sich ebenfalls um immer wieder von beiden Seiten erreichbare Zustände, denn die Absorption und Leitfähigkeit sind auch bei monatelangem Stehen stabil und nach vorübergehenden Temperaturänderungen reproduzierbar. Die Leitfähigkeits- und Viskositäts-Konzentrations- und Temperaturkurven zeigen an der Stelle, wo das neue Band auftritt, einen Knick. Ferner konnte an den Lösungen Thixotropie beobachtet werden, wobei bisher keine Veränderung der Absorption festzustellen war.

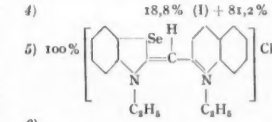


1) 100%  Cl (I) in H_2O $1{,}045 \cdot 10^{-3}$ molar

2) (I) in H_2O $1{,}045 \cdot 10^{-4}$ molar

3) 40% (I) + 60% (II) in H_2O $2{,}475 \cdot 10^{-3}$ molar

4) 18,8% (I) + 81,2% (II) in H_2O $2{,}70 \cdot 10^{-3}$ molar

5) 100%  Cl (II) in H_2O $2{,}98 \cdot 10^{-3}$ molar

6) (II) in H_2O $1{,}13 \cdot 10^{-4}$ molar

Setzt man den Lösungen gewisse Salze zu, z. B. NaCl, so werden sie instabil und kristallisieren allmählich. Auf diesen instabilen „alternden" Zustand beziehen sich Beobachtungen und Deutungen von JELLEY[1], die er gleichzeitig und unabhängig von uns gemacht hat. Seine Ansicht, daß die neue Absorption nicht einer Polymerisation, sondern den Einzelmolekülen zuzuschreiben ist, ist mit unseren früheren und den oben beschriebenen Beobachtungen nicht vereinbar.

Es handelt sich vielmehr, wie wir schon in der ersten Arbeit aussprachen, um reversible Polymerisation zu hochmolekularen Gebilden, wobei die zwischenmolekularen Kräfte von der in die aromatischen Kerne fortgeleiteten konjugierten Kette geliefert werden.

München, Physikalisch-Chemisches Institut der Technischen Hochschule, den 14. Juni 1937.

G. SCHEIBE. A. MAREIS. H. ECKER.

Zur Theorie des latenten Bildes.

Im folgenden wird eine Theorie des latenten photographischen Bildes entworfen, die auf Grund der Theorie des Kristallwachstums (KOSSEL-STRANSKI) und der Phosphoreszenztheorie (LENARD) in einfacher und unmittelbarer Weise die experimentellen Tatsachen zu erklären erlaubt.

Von besonderer Bedeutung ist dabei die Tatsache, daß gefälltes, bindemittelfreies Halogensilber vom Entwickler im belichteten und unbelichteten Zustand gleich schnell

[1] Nature **139**, 631 (1937); **138**, 1009 (1936).

reduziert wird und daß die Schutzwirkung der Gelatine nur innerhalb sehr genau zu wahrender Herstellungsbedingungen zustande kommt. Die Annahme, daß die Gelatine selbst eine Schutzwirkung ausübt, ist daher nicht stichhaltig. Man ist vielmehr gezwungen anzunehmen, daß die Schutzwirkung durch die Adsorption anderer, bei den Fällungs- und Reifungsbedingungen entstehenden (wahrscheinlich Ag_2S-) Molekeln an der Oberfläche der AgBr-Kriställchen bedingt ist; d. h. es liegt eine *Passivierung*[1] der AgBr-Kriställchen gegenüber dem Entwickler vor, hervorgerufen durch die adsorbierten schwerlöslichen Ag_2S-Molekeln.

Diese *Passivierungstheorie des latenten Bildes* liefert unmittelbar die Erklärung für die sehr geringe Reduzierbarkeit unbelichteter Emulsionen und für die bekannte Erscheinung des Druck- und chemischen Schleiers. Die letzte Erscheinung ist durch das Auftreten neuer, nicht passivierter Kristallflächen (angreifbare Stellen) verursacht. In gleicher Weise ist auch die in letzter Zeit beobachtete Schwärzungswirkung der Ultraschallwellen zu erklären.

Mit Hilfe der Passivierung und mit Hilfe der Phosphoreszenztheorie läßt sich auch die Empfindlichkeitszunahme während der Reifung zwanglos deuten. Die adsorbierten Ag_2S-Molekeln, welche den AgBr-Kristall gegenüber dem Entwickler passivieren, wirken photochemisch aktivierend (SHEPPARD). Der eigentliche Reifungsprozeß besteht in einer Anreicherung der photochemisch aktiven Molekeln an der Oberfläche der AgBr-Kriställchen, die während dieses Prozesses zu Oktaëdern auswachsen. Bei nur gefällten, nicht gereiften Emulsionen werden nämlich im Idealfall die Kriställchen Würfelchen darstellen, wobei wahrscheinlich nur an den Ecken Ag_2S-Molekeln angelagert sein werden. In diesem Fall wäre dann die Zahl der Empfindlichkeitszentren größenordnungsmäßig durch die der Würfelchen gegeben. Bei den vollständig gereiften Emulsionen, in welchen die Kriställchen durch („unvollständige" im Sinne von STRANSKI) Oktaëderflächen begrenzt sind, was schon auf eine stattgefundene Adsorption an diesen Flächen hinweist, wird die Zahl der Empfindlichkeitszentren proportional der Zahl der Oberflächenatome des Kristalls sein. Letztere Anzahl beträgt bei gewöhnlichen Emulsionen etwa 10^7, was eine Erhöhung der Empfindlichkeit während der Reifung auf das 10^6-fache als möglich erscheinen läßt. In der Tat ist eine Erhöhung der Empfindlichkeit auf mehr als das 10^5-fache beobachtet worden.

Durch eine weiter durchgeführte Analogie zwischen den LENARDschen Phosphoreszenzzentren und den hier behandelten Empfindlichkeits- oder Photozentren lassen sich auch verschiedene andere Erscheinungen, wie die Sensibilisierung, Desensibilisierung, HERSCHELL-Effekt usw., erklären. Der Gegenstand soll ausführlicher an anderer Stelle behandelt werden.

Sofia, Physikalisches Institut der Universität, den 16. Juni 1937. G. NADJAKOFF.

Die Hemmung der inneren Rotation im Äthan.

Für die Höhe des Potentialberges, der bei der inneren Rotation der beiden CH_3-Gruppen gegeneinander im Äthan zu überwinden ist, geben EUCKEN und WEIGERT[2] in Übereinstimmung mit einer theoretischen Abschätzung von EYRING auf Grund ihrer Messungen der spezifischen Wärme und unter gewissen Annahmen über die Höhe der Schwingungsfrequenzen den Wert 315 cal an. KEMP und PITZER[3] dagegen glauben, aus den Werten für das Äthan-Äthylen-Gleichgewicht eine Potentialmulde von mindestens 3000 cal annehmen zu müssen. Auch in diese Rechnung gehen wesentlich Annahmen über die Grundfrequenz des Äthans ein. Zu einem ähnlichen Wert gelangt HOWARD[4], der den Einfluß einer Hemmung der inneren Rotation auf die Rotationsstruktur der entarteten Ultrarotbanden abschätzt. Da aber die dieser Abschätzung zugrundeliegenden Messungen von LEVIN und MEYER[1] den Abstand der Rotationslinien nicht sehr genau liefern, für die Berechnung der Wechselwirkung von Schwingung und Rotation außerdem die Kenntnis der exakten Kraftkonstanten notwendig ist (vgl. DENNISON und JOHNSTON[2]), ist die Genauigkeit der Abschätzung nicht zu übersehen. Es besteht nun wenig Hoffnung, die Terme der inneren Rotation unmittelbar dem Spektrum entnehmen zu können. So erscheinen die Messungen der spezifischen Wärme noch der direkteste Weg zur Lösung dieser Frage. Um jedoch aus den Meßergebnissen eindeutig auf die Größe der Potentialmulde schließen zu können, und um die thermodynamischen Berechnungen auf eine sichere Basis zu stellen, ist es notwendig, *alle* Grundfrequenzen ausschließlich aus dem Spektrum zu bestimmen.

Es wurden daher die vorliegenden Messungen des Ultrarotspektrums von LEVIN und MEYER (l. c.) und BARTHOLOMÉ und SACHSSE[3] sowie des Ramanspektrums von HOUSTON[4] und BHAGAVANTAM[5] einer erneuten Diskussion unterzogen und durch Gittermessungen des Ultrarotspektrums zwischen 2000 cm^{-1} und 3000 cm^{-1} ergänzt, wobei es vor allem auf die genaue Untersuchung einiger Kombinationsschwingungen ankam, da die bisher unsicheren Normalschwingungen als Grundbanden nicht beobachtet werden konnten. Auf diese Weise gelang es, *alle* Normalfrequenzen des Äthans aus dem Spektrum zu bestimmen. Die 3 einfachen Ramanbanden liegen bei 993, 1375 und 2930 cm^{-1}, zwei einfache U.R.-Banden bei 1379 und 2955 cm^{-1}, drei entartete U.R.-Banden bei 827, 1480 und 3000 cm^{-1}, drei entartete Ramanbanden bei 743, 1470 und 2940 cm^{-1}, was die von EUCKEN und PARTS (l. c.) erstmalig angegebene Zuordnung aufs beste bestätigt.

Mit Hilfe dieser Frequenzen wurde nun die spezifische Wärme des Äthans ausgerechnet und von den von EUCKEN und PARTS[6] sowie EUCKEN und WEIGERT (l. c.) gemessenen Werten abgezogen. Die Differenz ergibt den auf die innere Rotation entfallenden Anteil der spezifischen Wärme. In Fig. 1 ist diese Differenz aufgetragen. Gleichzeitig sind

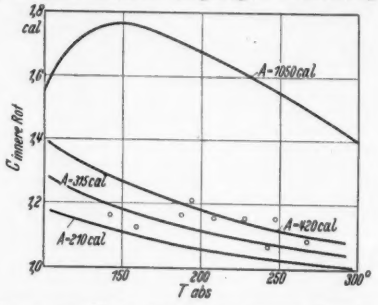


Fig. 1. Spezifische Wärme der inneren Rotation.
○ gemessene Werte, — berechnete Werte für verschiedene Größen der Hemmung.

die von TELLER und WEIGERT[7] berechneten Kurven für Potentialmulden von 210, 315, 420 und 1050 cal eingezeichnet. Die Meßpunkte zeigen deutlich, daß die Hemmung maximal 420 cal, aber niemals 3000 cal betragen kann.

Göttingen, Physikalisch-Chemisches Institut der Universität, den 17. Juni 1937. E. BARTHOLOMÉ. J. KARWEIL.

[1] Diese Passivierung ist auf Grund der im weiteren mitgeteilten Überlegungen im Sinne von STRANSKI und MUTAFTSCHIEW [Z. Elektrochem. 35, 393 (1929)] zu deuten. Die Grundidee dieser Arbeit besteht darin, daß zur Passivierung evtl. nur eine Blockierung derjenigen Stellen an der Kristalloberfläche nötig wäre, von denen normalerweise die Auflösung beginnt (bei vollständig ausgebauten AgBr-Kristallen wären dies die Würfelecken).

[2] A. EUCKEN u. K. WEIGERT, Z. physik. Chem. B **23**, 265 (1933).

[3] J. D. KEMP u. K. S. PITZER, J. Chem. Phys. **4**, 749 (1936) — J. amer. chem. Soc. **59**, 276 (1937).

[4] J. B. HOWARD, Physic. Rev. **51**, 53 (1937).

[1] A. LEVIN u. C. F. MEYER, J. amer. opt. Soc. **16**, 137 (1928).

[2] M. JOHNSTON u. D. DENNISON, Physic. Rev. **48**, 868 (1935).

[3] E. BARTHOLOMÉ u. H. SACHSSE, Z. physik. Chem. B **30**, 40 (1935).

[4] C. M. LEWIS u. W. V. HOUSTON, Physic. Rev. **44**, 903 (1933).

[5] S. BHAGAVANTAM, Ind. J. Physik **6**, 595 (1931).

[6] A. EUCKEN u. A. PARTS, Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-physik. Kl. **1932**, 274.

[7] E. TELLER u. K. WEIGERT, Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-physik. Kl. **1932**, 218.

Untersuchungen an radioaktivem Arsen.

Durch langsame Neutronen aktiviertes Arsen, welches nach dem Verfahren von PANETH und FAY [Nature (Lond.) 135, 820] auf eine dünne Aluminiumfolie von $1 \cdot 10^{-3}$ mm Dicke niedergeschlagen war, wurde, nachdem die Aluminiumfolie auf $20 \cdot 10^{-3}$ mm zusammengefaltet worden war, in die Mitte einer Wilson-Kammer gebracht. Es wurden rund 900 stereoskopische Bahnen aufgenommen. Die Bahnen waren nicht ausschließlich β-Teilchen, sondern auch 16 Positronen, darunter 2 Pärchen. Wie schon BROWN und MITCHELL (Physic. Rev. 50, 593) gefunden hatten, besitzt das Arsen ein anormales β-Spektrum. Wir finden in Übereinstimmung mit B. und M. den Grenzwert des β-Spektrums zu $3{,}4 \cdot 10^6$ E-Volt.

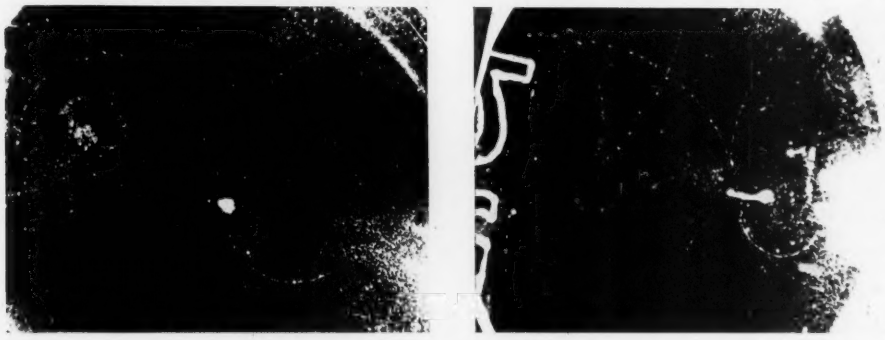


Fig. 1. Stereoaufnahme eines Pärchens. Winkel der Blickrichtungen 20 Grad.

Das Maximum liegt in der Gegend von $9 \cdot 10^5$ E-Volt (M. und B. geben $6 \cdot 10^5$ E-Volt an). M. und B. haben versucht, ihr anormales β-Spektrum nach UHLENBECK und KONOPINSKI in zwei Komponenten aufzulösen mit den Grenzenergien von $3{,}4 \cdot 10^6$ E-Volt und $1{,}09 \cdot 10^6$ E-Volt. Sie vermuten, daß die Differenz dieser Grenzenergien als γ-Strahlung von $2{,}3 \cdot 10^6$ E-Volt auftritt. Nun beträgt die Summe der Energie von e^- und e^+ bei beiden von uns beobachteten Pärchen (vgl. Figur) $1{,}2 \cdot 10^6$ E-Volt, so daß diese Pärchen einer γ-Strahlung von $2{,}2 \cdot 10^6$ E-Volt entsprechen. Es handelt sich hier offenbar — worauf uns Herr BOTHE schon hingewiesen hatte — um einen inneren Photoeffekt des γ-Quantes.

Immerhin ist nach unserer Ansicht das Zerlegen in zwei β-Spektren und insbesondere die Extrapolation von M. und B. des geringeren Grenzwertes als vorläufig anzusehen, da eine stark anomale Verteilung im energieärmeren Bereich vorliegt, so daß die gute Übereinstimmung der beiden Bestimmungswege für die Energie des γ-Quantes vielleicht nur zufällig ist.

Was die Entstehung der restlichen 14 Positronen betrifft, so halten wir es nach unseren stereoskopischen Aufnahmen für ausgeschlossen, daß es sich um Pärchen handelt, sondern nur um einzelne Positronen. Da das radioaktive Arsen mit dem Atomgewicht 76 sowohl ein Isobar des Selens als auch des Germaniums besitzt, ist zu vermuten, daß die Entstehung der einzelnen Positronen auf den Vorgang

$$^{76}_{33}\mathrm{As} \rightarrow {}^{76}_{32}\mathrm{Ge} + e^+$$

zurückzuführen ist.

Der radioaktive Zerfall des Arsens ist also sehr kompliziert. Es tritt ein anormaler β-Zerfall auf, der offenbar von γ-Strahlen begleitet ist, welche zu innerer Pärchenbildung Anlaß geben[1]. Des weiteren tritt auch Positronenzerfall auf. Wir halten es daher für notwendig, unser Versuchsmaterial noch zu vergrößern.

Hamburg, Institut für physikalische Chemie der Hansischen Universität, den 23. Juni 1937.

P. HARTECK. F. KNAUER. W. SCHAEFFER.

Über das Raman-Spektrum von wasserfreier $HClO_4$.

Das Raman-Spektrum des 100proz. (99,8 %) $HClO_4$ weist 5 Linien und 2 Banden auf. Die Aufnahmen wurden mit dem G. H.-Spektrographen der Firma Steinheil und einer von Zeiß, Jena, entwickelten Spezial-Raman-Beleuchtungskammer mit Blaufilter C gewonnen. Die beobachteten Linien sind:

1		322 cm^{-1}
2		424 cm^{-1}
3		577 cm^{-1}
4		737 cm^{-1}
5		1030 cm^{-1}
6	Maximum der Bande	1208 cm^{-1}
7	OH-Bande von	3245—3420 cm^{-1}

Die Moleküle der 100proz. Säure bilden also eine Pyramide mit dem Cl-Atom im Schwerpunkt, den 3 Sauerstoffatomen als Basis und einer OH-Gruppe als Spitze. Die Pyramide hat eine 3zählige Achse und eine Symmetrieebene. Die 100proz. $HClO_4$ ist also eine Pseudosäure, sie lagert sich beim Verdünnen in die Aciform um.

Dresden, Institut für Anorganische und Anorganisch-Technische Chemie der Technischen Hochschule, den 2. Juli 1937. A. SIMON. H. REUTHER.

[1] Vgl. auch die Messungen über die β- und γ-Strahlen der Transurane von LISE MEITNER (Ann. Physik 29, 246).

Besprechungen.

Mc KIE, DOUGLAS, und NIELS H. DE V. HEATHCOTE, **The Discovery of Specific and Latent Heats.** Mit einem Vorwort von E. N. DA C. ANDRADE. London: Edward Arnold u. Co. 1936. 155 S., 2 Abbild. und 6 Porträttafeln. 12 cm × 18 cm. Preis geb. 6 sh. net.

Eine bemerkenswerte Studie über die Anfänge der modernen Wärmelehre im 18. Jahrhundert, die den Leser mit einer Reihe von Persönlichkeiten bekannt macht, deren Namen in geschichtlichen Darstellungen der Physik teilweise nur selten genannt werden. Im Vordergrund der Darstellung steht eine Schilderung der Lebensarbeit JOSEPH BLACKS (1728—1799), der zweifellos als einer der Begründer der experimentellen Wärmelehre anzusehen ist, und dessen Verdienste hinsichtlich der Festlegung einiger Grundbegriffe: Wärmemenge, spezifische Wärme, latente Wärme wohl bereits allgemein anerkannt sind. Immerhin bestanden noch einige Unklarheiten in bezug auf Prioritätsfragen, was in erster Linie darin seine Ursache hat, daß BLACK selbst die Ergebnisse seiner Untersuchungen nicht in Zeitschriften veröffentlicht, sondern nur in seinen Vorlesungen (etwa vom Jahre 1861 an) vorgetragen hat. Erst nach dem Tode BLACKS wurde eine sorgfältig ausgearbeitete Niederschrift dieser Vorlesungen, in denen auch zahlreiche experimentelle Einzelheiten mitgeteilt werden, von seinem Freund und Amtsnachfolger JOHN

ROBISON (1739—1805) in Buchform herausgegeben. Da sich nun etwa von 1770 an eine Reihe anderer Forscher mit den gleichen Problemen befaßten wie BLACK und auch zu ähnlichen Ergebnissen gelangten, die aber in Zeitschriften veröffentlicht wurden, war es von Interesse zu prüfen, ob und wie weit den betr. Autoren die bereits von BLACK erzielten Fortschritte bekanntgeworden waren. Ein wichtiges Ergebnis der vorliegenden Schrift besteht in der Feststellung, daß der schwedische Physiker J. C. WILCKE (1732—1796), dessen Arbeiten aus dem Gebiete der Wärmelehre (speziell über das Schmelzen des Schnees) vom Jahre 1772 an erschienen, offenbar keine Kenntnis von den Untersuchungen BLACKS gehabt hat. Erheblich weniger gut schneidet LAVOISIER ab; seine erste kalorimetrische Arbeit, auf Grund deren er häufig als der Erfinder eines primitiven Eiskalorimeters angesehen wird, wurde im Jahre 1784 gedruckt; da aber im Jahre 1772 in einer französischen Zeitschrift ein einigermaßen ausführliches Referat über einige wichtige, speziell den Schmelzprozeß betreffende Ergebnisse BLACKS erschienen war, mußte LAVOISIER von diesem Kenntnis erhalten haben.

Von dem sonstigen reichen Inhalt der Monographie sei noch hingewiesen auf eine ausführliche Besprechung einer Arbeit des berühmten finnischen Chemikers GADOLIN (1760—1852) über spezifische Wärmen, die im Jahre 1784 gemeinsam mit N. MACONI veröffentlicht wurde; in ihr werden zum Teil überraschend gute Meßergebnisse für spezifische Wärmen (z. B. die des Eises) mitgeteilt; recht eigentümlich und primitiv berührt dagegen ein Versuch, die Temperatur des absoluten Nullpunktes zu berechnen, wenn auch die Konzeption vom Vorhandensein eines absoluten Nullpunktes zur damaligen Zeit bemerkenswert ist.

Einen starken Eindruck hinterlassen schließlich Mitteilungen über scharfsinnige und recht exakte Versuche BENJAMIN THOMSONS (Graf RUMFORD, 1753 bis 1814), aus denen hervorgeht, daß dieser Forscher entschieden eine erheblich höhere Einschätzung verdient, als sie ihm gewöhnlich zuteil wird.

Die mit größter Sorgfalt verfaßte Monographie stellt zweifellos eine sehr wertvolle Bereicherung der geschichtlich-physikalischen Literatur dar; freilich vermag sich der Referent doch nicht dem überschwenglichen Lobe ANDRADES anzuschließen, welcher die Schrift in seinem Vorwort schlechthin als ein Muster einer historischen Monographie hinstellt. Vor allem ist ihre Lektüre etwas mühsam und trocken, was teilweise an der wenig übersichtlichen Anordnung des Stoffes, großenteils aber an einem gewissen Mangel an Flüssigkeit des Stils und der gesamten Darstellung liegen mag. Auch bedauert man die außerordentliche Knappheit der Angaben über die Persönlichkeit und den Lebenslauf der einzelnen Forscher. Infolgedessen wird das Buch aller Voraussicht nach wohl in erster Linie nur solchen Fachgenossen zugute kommen, die ein spezielles Interesse für detailiertere Forschungen auf dem Gebiete der Geschichte der Physik haben. Das ist zu bedauern, denn an sich ist der Stoff in vieler Hinsicht von allgemeinerem Interesse; wenn er auch vielleicht zunächst etwas spröde ist, hätte es doch möglich sein müssen, ihn in eine geschmeidigere und leichter lesbare Form zu bringen, ohne der historischen Exaktheit Abbruch zu tun. Dann hätte ein solches Buch auch einem größeren, für kulturgeschichtliche Themen interessierten Kreis, dem man aber ein mühsames Studium allzu fachwissenschaftlich eingestellter Werke nicht zumuten kann, eine anregende und genußreiche Lektüre bieten können. A. EUCKEN, Göttingen.

THOMSON, J. J., **Recollections and Reflections.** London: G. Bells & Sons Ltd. 1936. VIII, 451 S. und 2 Tafeln. 14 cm × 23 cm. Preis geb. 18 Schilling.

Der große englische Physiker plaudert über sein Leben und seine Arbeiten, über seine Arbeitsstätten und seine Reisen, über Menschen und Umstände, die für ihn und seine Tätigkeit irgendwie von Bedeutung waren. Das Buch hat nur bedingten historischen Wert, denn es ist ohne Tagebuch nur aus einem etwas „schadhaften" Gedächtnis geschrieben, das immer besser war für lustige als für ernste Dinge. (In der Tat sind einige seiner Angaben historisch nicht richtig.) Das soll aber nicht sagen, daß nicht recht interessante Dinge in dem Buche stehen, so über die Entwicklung der englischen Institute und Universitäten, über die Vorbildung, Ausbildung und Unterstützung junger Gelehrter, über amerikanische Studienverhältnisse (unter anderen die Militärakademien), die THOMSON 1896, 1903 und 1923 kennenlernte. Das Kapitel VIII „Kriegsarbeit" zeigt uns, daß in England ähnliche Zustände an den Universitäten herrschten wie bei uns: Die Gelehrten widmeten sich bereitwilligst und erfolgreich den Aufgaben, die für die Kriegsführung des Landes erforderlich waren. Offensichtlich ist es auch da nicht immer ohne Reibungen gegangen. Die Organisation der wissenschaftlichen Arbeiten für kriegstechnische Zwecke scheint freier gewesen zu sein als bei uns.

Die Bedeutung der reinen wissenschaftlichen Forschung wird von THOMSON in gleicher Weise hoch eingeschätzt wie bei uns. „Wir dürfen folgern, daß jedwede Erkenntnis über die Eigenschaften der Materie oder die physikalischen Gesetze einmal eine praktische Anwendung findet . . . aber man darf ein Forschungsinstitut nicht mit industriellen Anwendungen beunruhigen . . ." Man ist beruhigt, wenn man liest, daß auch in England zeitweise die Erfindungskrankheit herrschte. THOMSON schätzt, daß von 100000 während des Krieges eingereichten Erfindungen vielleicht 30 vernünftig waren und gibt Beispiele für die anderen, unter denen natürlich auch die Herstellung von Gold nicht fehlt.

Andere Kapitel des Buches enthalten (zum Teil allerdings ziemlich triviale) Bemerkungen über psychische und okkulte Phänomene (das „Gedankenlesen" sucht er damit zu erklären, daß auf Grund eines Einverständnisses zwischen Medium und Versuchsperson letztere in so hohen Tonfrequenzen Zeichen und Andeutungen gibt, daß die Ohren anderer sie nicht wahrnehmen), über die Entwicklung einiger physikalischer Probleme (die mehr vom Standpunkte des Verfassers als auf Grund der zeitlichen Folge der Veröffentlichungen behandelt wird), schließlich Erinnerungen über bekannte „Trinity Men" und andere große englische Physiker, wie Lord RAYLEIGH, Lord KELVIN, STOKES u. a., zum Teil mit netten Anekdoten. Das Buch ist u. a. mit einigen Bildern des Verfassers und Cambridger Gruppenaufnahmen geschmückt.

WALTHER GERLACH, München.

FILZER, P., **Pflanzengemeinschaft und Umwelt.** Ergebnisse und Probleme der botanischen Standortsforschung. Stuttgart: F. Enke 1936. VII, 98 S. und 19 Abbild. 15 cm × 23 cm. Preis geh. RM 5.—.

Der dankbaren und reizvollen Aufgabe, einem weiteren Kreis von naturwissenschaftlich interessierten Lesern einen Einblick in die Fragestellungen, leitenden Gesichtspunkte und wichtigsten bisherigen Ergebnisse der neueren experimentellen Ökologie zu vermitteln, hat sich der Verf. des vorliegenden Büchleins mit Geschick und Umsicht unterzogen. In 5 Kapiteln führt die fesselnde, dabei allen vom streng wissenschaftlichen

Standpunkt aus zu stellenden Ansprüchen gerecht werdende und auch ein Eingehen auf schwierigere Probleme nicht scheuende Darstellung eine Auswahl von Standortstypen vor unter Bevorzugung solcher, die in der einen oder anderen Hinsicht extreme Lebensbedingungen bieten, und zeigt, wie sich die mannigfaltigen Wechselbeziehungen zwischen dem Standort und den Lebensvorgängen seiner pflanzlichen Besiedler gestalten, und durch welche Methoden es gelingt, hierin tieferen Einblick zu gewinnen. Daß dabei das Xerophytenproblem an erster Stelle und vergleichsweise auch am ausführlichsten behandelt wird, entspricht sowohl der zentralen Stellung, die die Fragen des Wasserhaushaltes im Pflanzenleben einnehmen, wie der historischen Entwicklung unseres Forschungszweiges, der ja gerade von diesen Fragen seinen Ausgang genommen hat. Im Mittelpunkt dieses Kapitels stehen dabei nicht heimische Xerophytenstandorte, sondern die Pflanzen der algerischen Wüste, bei denen sich ja die Verhältnisse besonders extrem gestalten. Der Inhalt der übrigen Kapitel ist: 2. Vom Leben im deutschen Buchenwald. 3. Kampf in den Bergen. 4. Pflanzen am Saum des Meeres (das Halophytenproblem). 5. Vom Leben der Meeresalgen. Es ist also keine systematische Vollständigkeit angestrebt, sondern unter den bisher genauer untersuchten Standortstypen nur eine Auswahl getroffen, bei der man vielleicht manches, wie z. B. die Heiden und Moore oder auch die Dünen, gern ebenfalls berücksichtigt gesehen hätte. Doch stellt das Büchlein auch in der gewählten Beschränkung eine begrüßenswerte und den Durchschnitt vieler populären Darstellungen überragende Bereicherung der Literatur dar und ist sicher geeignet, das Verständnis für die Fragen, vor die die Natur uns stellt, zu erwecken und zu vertiefen.

W. WANGERIN, Danzig-Langfuhr.

Mitteilungen aus der Kernphysik.

Neuerungen am magnetischen Resonanzbeschleuniger (Cyclotron). Vor 7 Jahren wurde von LAWRENCE und seinen Mitarbeitern zum erstenmal von Versuchen berichtet, die einen ganz neuen Weg beschritten, um geladene Teilchen ohne Anwendung hoher Spannungen auf große Geschwindigkeiten zu bringen. Das Prinzip dieses Verfahrens ist kurz folgendes: In einem Magnetfeld bewegen sich geladene Teilchen auf Kreisbahnen. Läßt man nun die Teilchen ihre Kreisbahnen in zwei getrennten Kammern beschreiben in der Art, daß sie in jeder Kammer ungefähr einen Halbkreis zurücklegen, so kann man es durch eine Wechselspannung an den beiden getrennten Kammern einrichten, daß die Teilchen beim Übergang von einer Kammer zur anderen immer ein Spannungsgefälle vorfinden, das sie weiter beschleunigt. Bei diesen ruckartigen Beschleunigungen der Teilchen erhöhen sie ihre Geschwindigkeit bei jedem Wechsel von einer Kammer zur anderen Kammer um den vollen Betrag der angelegten Wechselspannung. Mit der Erhöhung ihrer Geschwindigkeit wächst im homogenen Magnetfeld in entsprechendem Maß der Radius der Teilchenbahnen. Aber die Umlaufszeit bleibt immer konstant. So wechseln die Teilchen bei jeder Geschwindigkeit zur gleichen Zeit von einer Kammer zur anderen und bleiben immer im Takt der angelegten Wechselspannung, d. h. sie sind mit ihr in Resonanz.

Bei der technischen Ausbildung dieses Prinzips zeigt sich, daß ein erheblicher Aufwand notwendig ist, um leichte Teilchen, wie Wasserstoff und Helium, mit dieser Methode auf mehrere Millionen Volt zu beschleunigen. Einige Daten sollen dies erläutern. LAWRENCE hat nämlich vor kurzem an Hand von Photographien und Zeichnungen über den jetzigen Stand der Cyclotronmethode berichtet [Physic. Rev. **50**, 1131 (1936)]. Der große Doppeljochmagnet besitzt ein Gewicht von 65 t, die Erregerspulen aus Kupfer wiegen allein 9 t. Der Poldurchmesser beträgt rund 70 cm, die Feldstärke 18000 Gauss bei einem Polabstand von 9 cm. In diesen Luftspalt können die beiden Beschleunigungskammern geschoben werden. Sie befinden sich in einem vakuumdichten Gehäuse und werden mit Öldiffusionspumpen dauernd auf einem Vakuum von 10^{-4} mm Hg gehalten. Die beschleunigende, hochfrequente Wechselspannung wird einem 20 kW-Sender mit einer Wellenlänge von 20 m entnommen. Bei der neuesten Anlage erreicht die Beschleunigungsspannung zwischen den beiden Kammern 100000 Volt, so daß ein Proton oder Deuteron nur 25 volle Umläufe zu besorgen hat, um eine Geschwindigkeit von 5 Millionen Volt zu erhalten. Bei ungefähr 6 Millionen Volt liegt für Protonen und Deuteronen die derzeitige Grenze der Anlage. Heliumatome, die auch in doppeltgeladenem Zustand erhalten werden, können entsprechend bis 11 Millionen Volt beschleunigt werden. Die wesentlichen Fortschritte, die an diesem Prinzip in den letzten Jahren erreicht wurden, betrafen die Erhöhung des nutzbaren Stromes durch Verbesserungen an der magnetischen und elektrischen Fokusierung der Teilchen bei ihrem Umlauf. Der Strom der austretenden, voll beschleunigten Teilchen kann jetzt bis auf 20 μ Amp gesteigert werden. Der Austritt der Teilchen geht so vor sich, daß die Teilchen nach dem Durchlaufen der größten Kreisbahn durch ein elektrisches Feld in einen Kanal abgelenkt werden. Am Ende dieses Kanals befindet sich ein dünnes Platinfenster, das den Austritt der Teilchen ohne wesentlichen Geschwindigkeitsverlust gestattet.

Der riesige Aufwand für eine solche Anlage, die noch viele weitere Einzelheiten enthält, wird gerechtfertigt durch den vollen Erfolg, den diese Methode für die Kernphysik erreicht hat. Hochspannungsanlagen mit Röhre bedürfen zwar wesentlich kleinerer Mittel, besonders wenn man an den van de Graaff-Generator denkt. Aber es ist bis jetzt noch nicht gelungen, Hochspannungsanlagen mit Röhre bei einer konstanten Spannung von über 2 Millionen Volt zu betreiben. Die übermäßig wachsenden Verluste für Sprühentladungen setzen vorläufig hier eine Grenze.

Das Feld der experimentellen Untersuchungsmöglichkeiten ist mit einer solchen Cyclotronanlage, wie sie in Amerika jetzt bereits an verschiedenen Stellen in Betrieb ist, außerordentlich groß. Ein paar Beispiele sollen dies erläutern. So erhält man mit Deuteronen von 5 Millionen Volt Geschwindigkeit beim Beschießen von Beryllium eine äußerst intensive Neutronenstrahlung. Ein ungefähres Bild der Neutronenintensität gibt der Vergleich, daß von dem Cyclotron 10^5mal so viel Neutronen ausgesandt werden als von einem Curie Radiumemanation mit Beryllium. Diese riesigen Neutronenintensitäten besitzen eine bedeutende und für den Beobachter gefährliche biologische Wirkung. In allen wasserstoffhaltigen Substanzen lösen die schnellen Neutronen durch Stoß schnelle Wasserstoffkerne aus, die eine ähnliche chemische Veränderung im biologischen Medium verursachen, wie die durch Röntgenstrahlen ausgelösten Elektronen. So konnte festgestellt werden, daß die biologische Wirkung der Neutronen aus dem Cyclotron gerade so groß ist wie

die Wirkung der Gammastrahlen von 100 g Radium. Eingehendere Studien über die biologische Wirkung sind bereits im Gange.

Durch direktes Beschießen der Elemente mit Deuteronen werden in den häufigsten Fällen eine ganze Zahl von radioaktiven Isotopen großer Intensität gebildet. Bestrahlt man z. B. Natrium mit Deuteronen von 5 Millionen Volt und 20 μ Amp Stromstärke einen ganzen Tag hindurch, so erhält man ein stark radioaktives Präparat des Natriumisotops Na^{24} mit einer Halbwertzeit von 15 h, das neben der β-Strahlung auch eine harte γ-Strahlung aussendet. Die Intensität dieser γ-Strahlung von Na^{24} war in diesem Fall der γ-Strahlung von 200 mg Radium äquivalent.

Diese intensiven Präparate gaben die Gelegenheit, eine ganze Reihe künstlich radioaktiver Isotope bezüglich ihrer kontinuierlichen β-Spektren und ihrer Halbwertzeiten genau auszumessen. Es liegt daher jetzt ein großes Material über β-Spektren vor, das für die theoretische Erfassung dieser Vorgänge von großer Wichtigkeit ist. Daneben ist es auch verschiedentlich, z. B. bei dem erwähnten Na^{24}, gelungen, die Quantenenergien der γ-Linien auszumessen. [RICHARDSON u. KURIE, Physic. Rev. **50**, 999 (1936).] Die Aufnahme der β- und γ-Spektren geschah in allen Fällen mit der Wilson-Kammer. CORK und LAWRENCE [Physic. Rev. **49**, 788 (1936)] haben zeigen können, daß die Deuteronen von 5 Millionen Volt noch Umwandlungen mit Aussendung eines α-Teilchens bei Elementen mit so hoher Ordnungszahl wie Platin hervorrufen können. LIVINGOOD [Physic. Rev. **50**, 425 (1936)] ist es mit demselben Cyclotron gelungen, die mit Neutronenanlagerung vergeblich gesuchte Bildung von Radium E, einem Wismutisotop, zu erreichen. Dieses künstliche RaE zeigte ebenso wie das natürliche einen β-Zerfall in Polonium mit der für dieses Element charakteristischen α-Strahlung. Bei Bestrahlungen von Kupfer mit schnellen Deuteronen konnte von VAN VOORHIS [Physic. Rev. **50**, 895 (1936)] der interessante Fall aufgedeckt werden, daß ein und dasselbe Isotop, in diesem Fall Cu^{64}, sowohl unter Positronen- als auch Elektronenaussendung mit gleicher Halbwertzeit in die stabilen Isotope Ni^{64} oder Zn^{64} zerfallen kann.

Versuche zum Nachweis des magnetischen Moments des Neutrons. Es liegen aus neuester Zeit drei Mitteilungen vor, die ein positives Resultat bei der Suche nach dem magnetischen Moment des Neutrons aufweisen. Die Anregung zu diesen Versuchen ist durch einen Hinweis von BLOCH [Physic. Rev. **50**, 259 (1936)] gegeben worden. Man kann nämlich aus dem bekannten magnetischen Moment des Deuterons und dem des Protons schließen, daß dem Neutron ein magnetisches Moment von ungefähr derselben Größe zuzuschreiben ist wie dem Proton. Da aber wegen experimenteller Schwierigkeiten für das Neutron keine Stern-Gerlach-Anordnung in Frage kommt, so hat BLOCH vorgeschlagen, das magnetische Moment des Neutrons durch Streuversuche von langsamen Neutronen an magnetisiertem Eisen zu messen. Er ging dabei von der Vorstellung aus, daß die magnetischen Dipole der Eisenatomverbände aus zweierlei Gründen die Neutronen von ihrer Bahn ablenken, also streuen werden. Erstens wird eine Wechselwirkung zwischen dem Neutron und den Atomen infolge der verschiedenen Stellung der magnetischen Dipole auftreten, und dann wird auch das stark inhomogene Feld zwischen den Atomen eine Streuwirkung ausüben. Die Rechnung ergab, daß der Streueffekt, der eine kleine „Polarisation" des Strahls bedingt, am größten sein sollte mit langsamen Neutronen unter kleinem Winkel.

Bei der experimentellen Prüfung durch HOFFMANN, LIVINGSTON und BETHE [Physic. Rev. **51**, 214 (1937)] war daher die Anordnung so gewählt, daß ein Strahl von langsamen Neutronen durch zwei magnetisierte Eisenbleche geschickt wurde und die Anzahl der hindurchgegangenen Neutronen mit der Borkammer gezählt wurde. Das magnetische Feld (15000 Gauss) in den beiden Eisenblechen von je 0,9 cm Dicke war senkrecht zum Neutronenstrahl gerichtet. Die Messung vollzog sich so, daß die magnetische Feldrichtung in den beiden Eisenblechen entweder in gleichem (parallel) oder in entgegengesetztem Sinn (antiparallel) verlief und die jeweilig hindurchgelassene Neutronenintensität bestimmt wurde. Der Neutronenstrahl erlitt somit im ersten Eisenblech eine „Polarisation" und wurde anschließend im zweiten Eisenblech einer „Analyse" unterworfen. Es ergab sich bei diesen Versuchen ein Unterschied von $1{,}8 \pm 0{,}54\%$ zwischen paralleler und antiparalleler Magnetisierung der beiden Eisenplatten. Eine beigefügte theoretische Überschlagsrechnung läßt einen Effekt von ungefähr der gleichen Größe erwarten, wenn man dem Neutron ein magnetisches Moment von $-2{,}0$ Kernmagneton zuordnet, wie man schon aus den Messungen an Protonen und Deuteronen abgeleitet hat.

Kurz vor diesen eben dargestellten Versuchen war bereits eine Mitteilung von DUNNING, POWERS und BEYER [Physic. Rev. **51**, 51 (1937)] erschienen, die von Experimenten über die magnetische Eigenschaft des Neutrons berichteten. Sie hatten langsame Neutronen unter einem Winkel von 30° durch eine magnetisierte Eisenplatte als Polarisator geschickt und dann die an einem Polschuh eines Magneten (Analysator) reflektierte Intensität beobachtet. Es ergaben sich je nach der Feldrichtung im Analysator kleine Unterschiede in der Neutronenintensität, die aber vorläufig nicht als voll beweisend angesehen wurden. Diese Versuche sind von den Verff. unter veränderten Bedingungen fortgesetzt worden [Physic. Rev. **51**, 371 (1937)]. Sie erhalten mit einer ähnlichen Versuchsanordnung, wie sie von HOFFMANN, LIVINGSTON und BETHE benutzt wurde, übereinstimmende Resultate. Jedoch beobachteten sie für den Fall, der von HOFFMANN, LIVINGSTON und BETHE nicht untersucht worden war, daß nämlich der Analysator vollständig entmagnetisiert war, besonders große Differenzen in der Neutronenintensität. Sie wiederholten diese Versuche mit zwei Platten aus Armco-Stahl. Diese permanent magnetisierten Platten besaßen gleichzeitig den Vorteil, daß ein möglicher Einfluß des Magnetfeldes auf die Meßeinrichtung wesentlich sicherer auszuschließen war. Bei den Messungen wurde der Analysator abwechselnd magnetisiert und entmagnetisiert, während der Polarisator immer im gleichen Zustand der Magnetisierung blieb. Die Differenz der Neutronenintensität betrug für die beiden Fälle $4{,}00 \pm 0{,}66\%$.

Auch unter Berücksichtigung der jüngst durch SCHWINGER [Physic. Rev. **51**, 544 (1937)] verbesserten Theorie der Streuung von Neutronen an magnetisiertem Eisen ist an eine quantitative Erörterung dieser Versuchsergebnisse noch nicht zu denken.

Eine neue Mitteilung von FRISCH, von HALBAN und KOCH [Nature (Lond.) **139**, 756 (1937)], die mit einer ähnlichen Anordnung wie HOFFMANN, LIVINGSTON und BETHE gearbeitet haben, berichtet auch von Ergebnissen, die für das Neutron ein magnetisches Moment von zwei Kernmagneton ergeben. Eine neue Versuchsanordnung, die bei den weiteren Versuchen zur Verwendung kommen wird, soll dann auch die Möglichkeit bieten, das Vorzeichen des magnetischen Moments zu bestimmen. W. GENTNER.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: FRITZ SÜFFERT, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.

Symbolae Sinicae

Botanische Ergebnisse der Expedition der Akademie der Wissenschaften in Wien nach Südwest-China 1914/1918

Herausgegeben von **Heinrich Handel-Mazzetti**

Übersicht über das Gesamtwerk:

Teil I: **Algae**
von Heinrich Skuja, Riga
Mit 12 Abbildungen im Text und 3 Tafeln. VIII, 106 Seiten. 1937. RM 25.80

Teil II: **Fungi**
von Karl Keissler, Wien, und Heinrich Lohwag, Wien
Mit 3 Abbildungen im Text. 83 Seiten. 1937. RM 18.60
Mit Nachträgen und Berichtigungen zu den Teilen III, IV, V und VI

Teil III: **Lichenes**
von Alexander Zahlbruckner, Wien
Mit 1 Tafel und 1 Abbildung im Text. 255 Seiten. 1930. RM 48.—

Teil IV: **Musci**
von Viktor F. Brotherus, Helsingfors
Mit 5 Tafeln. 147 Seiten. 1929. RM 28.80

Teil V: **Hepaticae**
von William E. Nicholson, Lewes, Theodor Herzog, Jena und Frans Verdoorn, Utrecht
Mit 21 Abbildungen im Text. 60 Seiten. 1930. RM 12.80

Teil VI: **Pteridophyta**
von Heinrich Handel-Mazzetti, Wien
Mit 2 Tafeln. 53 Seiten. 1929. RM 10.—

Teil VII: **Anthophyta**
von Heinrich Handel-Mazzetti, Wien
Mit 43 Textabbildungen und 19 Tafeln. 1450 Seiten. RM 309.30

In fünf Lieferungen
Das Werk wird nur vollständig abgegeben
Die Abnahme eines Teiles verpflichtet zur Abnahme des ganzen Werkes

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN WIEN

Handbuch der Pflanzenanalyse

Herausgegeben von

Professor Dr. **Gustav Klein**

ehem. o. Professor an der Universität Wien, jetzt Leiter des Biologischen Laboratoriums Oppau der I. G. Farbenindustrie A.-G., Ludwigshafen a. Rh., ord. Honorarprofessor an der Universität Heidelberg

In vier Bänden

Erster Band:

Allgemeine Methoden der Pflanzenanalyse

Mit 323 Abbildungen. XII, 627 Seiten. 1931. RM 66.—; gebunden RM 69.—

Zweiter Band:

Spezielle Analyse I: Anorganische Stoffe. Organische Stoffe I.

Mit 164 Abbildungen. XI, 973 Seiten. 1932. RM 96.—; gebunden RM 99.—

Dritter Band:

Spezielle Analyse II: Organische Stoffe II. Mit 67 Abbildungen. XIX, 1613 Seiten. 1932. In zwei Hälften. Zusammen RM 162.—; gebunden RM 168.—

Vierter Band:

Spezielle Analyse III: Organische Stoffe III. Besondere Methoden. Tabellen. Mit 121 Abbildungen. XVIII, 1868 Seiten. 1933. In zwei Hälften. Zusammen RM 190.—; gebunden RM 198.—

Das Handbuch wird fortgesetzt in „Fortschritten der Pflanzenanalyse".

... Jeder, der sich mit Pflanzenanalyse und verwandten Gebieten beschäftigt und in sinngemäßer Weise neue sowie modernste Methoden in einem Werk vereinigt haben möchte, wird im Handbuch von Klein die Erfüllung seiner Erwartungen finden. *„Angewandte Botanik"*

... Das Handbuch bietet den unschätzbaren Vorteil, daß aus der Fülle der Originalarbeiten das Wichtigste von kundiger Hand herausgesucht und so zusammengestellt ist, daß der Benutzer sich rasch orientieren und nötigenfalls dann auf die überall angegebene Originalliteratur zurückgreifen kann. Wertvoll sind auch die mannigfachen historischen Angaben über die Entwicklung der Forschung auf den Einzelgebieten, ebenso die Angaben über Vorkommen und Verbreitung der verschiedenen Stoffe. *„Zeitschrift für analytische Chemie"*

... Der Begriff der Pflanzenanalyse ist weit gefaßt, das Theoretische ist mit dem Methodisch-Praktischen einheitlich verarbeitet, so daß der Grundforderung eines Handbuches nach Vollständigkeit hier weitgehend entsprochen ist. War es ursprünglich, seinem Titel nach, als ein Handbuch der Pflanzenanalyse gedacht, so berechtigten die Fortsetzungen dazu, es als ein Handbuch der Pflanzenstoffe zu bezeichnen. Dieser Titel gebührt ihm auch jetzt nach Abschluß des gesamten Werkes, das als solches in gleicher Weise für Studium, Forschung und Unterricht das Pflanzenhandbuch der nächsten Zeit bleiben wird... *„Die Naturwissenschaften"*

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN WIEN

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Für den Textteil verantwortlich: Fritz Süffert in Berlin W 9; für den Anzeigenteil: Albert Meyer in Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5.
DA. II. Vj. 3550. — Pl. 4. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Printed in Germany.